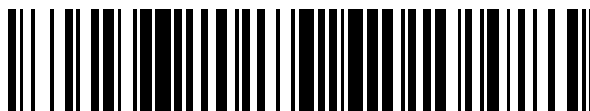


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 919**

51 Int. Cl.:

**B64D 43/00** (2006.01)

**B64D 45/00** (2006.01)

**G02B 27/01** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2009 E 09009978 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2151382**

54 Título: **Sistema de pantalla de visualización frontal con cobertura extendida del campo de visión**

30 Prioridad:

**07.08.2008 IL 19332608**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.07.2015**

73 Titular/es:

**ELBIT SYSTEMS LTD. (50.0%)**  
**Advanced Technology Center Hof Hacarmel P.O.**  
**Box 539**  
**31053 Haifa, IL y**  
**ELBIT SYSTEMS ELECTRO-OPTICS ELOP LTD.**  
**(50.0%)**

72 Inventor/es:

**WERTHEIM, HAGAI;**  
**KAUFMAN, GUY y**  
**AMARILIO, ERIKOS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 541 919 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de pantalla de visualización frontal con cobertura extendida del campo de visión

**Campo de la técnica descrita**

5 La técnica descrita se refiere a sistemas de pantalla, en general, y a pantallas transparentes de visualización frontal, en particular.

**Antecedentes de la técnica descrita**

Las pantallas de visualización frontal (HUD – Head-Up Display, en inglés) son conocidas en el sector. Tales sistemas de pantalla pueden ser utilizados en una variedad de aplicaciones diferentes, tal como en aplicaciones militares, de aviación civil y de automoción.

10 Una HUD típica incluye una unidad de procesamiento de datos, una unidad de proyector óptico (OPU – Optical Projector Unit, en inglés) (denominada a continuación en esta memoria “proyector”) y una pantalla transparente, que se conoce comúnmente como un combinador. El proyector incluye una fuente de imágenes (tal como un tubo de rayos catódicos (CRT– Cathode Ray Tube, en inglés) y una pantalla de cristal líquido (LCD – Liquid Crystal Display, en inglés)) y óptica. La óptica incluye un conjunto de lentes (por ejemplo, una lente de refracción o de difracción) y espejos, para mostrar la información generada por la fuente de imágenes en el combinador. El combinador permite al usuario ver la información mostrada (por ejemplo, la altitud, la velocidad del aire y el rumbo de un avión), aun manteniendo la percepción de la situación externa. La información mostrada consiste en gráficos e imágenes de video generados por ordenador, y se denomina a continuación en esta memoria “imagen”. Así, la imagen se combina con el paisaje ambiente, permitiendo al usuario ver tanto la imagen como la escena ambiente de manera simultánea. Normalmente, la imagen proyectada aparece superpuesta sobre el paisaje ambiente.

Los sistemas de HUD pueden dividirse en dos tipos: HUD fijas, que están fijadas en un chasis (tal como un fuselaje de un avión, o un chasis de un vehículo), y HUD montadas en un casco o en la cabeza. Los sistemas de HUD fija normalmente incluyen un combinador, que está fijado de manera rígida.

25 Se hace ahora referencia a las Figuras 1A y 1B. La Figura 1A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un avión que incluye un sistema de pantalla de visualización frontal (no mostrado), como se conoce en el sector, mientras el avión se está aproximando a una pista de aterrizaje con buen tiempo. La Figura 1B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del avión de la Figura 1A, volando con viento lateral en contra hacia el avión, desde la izquierda del avión.

30 Con referencia a la Figura 1A, el sistema de pantalla de visualización frontal incluye un combinador 58, que está fijado de manera rígida a un avión 54. Un eje longitudinal 60 del avión 54 está alineado con un vector de rumbo 62 del avión 54. Durante el aterrizaje del avión 54, un piloto 56 del avión 54 pilota el avión 54, de manera que el vector de rumbo 62 está alineado con una línea de aproximación 64 de una pista de aterrizaje 52. Tal como se utiliza en esta memoria, un eje horizontal de un combinador se define mediante una línea que cruza el combinador, que es substancialmente paralela al plano horizontal del avión. Un eje horizontal 66 del combinador 58 es perpendicular al eje longitudinal 60 y por lo tanto perpendicular al vector de rumbo 62. Por lo tanto, el piloto 56 puede ver la imagen proyectada por el sistema de pantalla de visualización frontal fija en el combinador 58, junto con el paisaje ambiente (es decir, la pista de aterrizaje 52).

40 Con referencia a la Figura 1B, debido al viento lateral, indicado mediante las flechas 70, el eje longitudinal 60 está girado con respecto al vector de rumbo 62. No obstante, el piloto 56 mantiene aún el vector de rumbo 62 alineado con la línea de aproximación 64. En este caso, el eje horizontal 66 del combinador 58 ya no es perpendicular al vector de rumbo 62. En consecuencia, el piloto 56 no puede ver la pista de aterrizaje 52 a través del combinador 58. Consecuentemente, la imagen proyectada por el sistema en el combinador 58 no está al menos adecuadamente superpuesta sobre la imagen de la pista de aterrizaje 52.

45 La patente de US N° 3.945.716 emitida a nombre de Kinder y titulada “Rotatable Head Up Display with Coordinate Reversal Correctives”, se dirige a un sistema de pantalla de visualización frontal giratorio para uso como ayuda visual para la captación de objetivo y vectores de armas por parte de un piloto de un avión. El sistema incluye un brazo de pantalla de visualización frontal montado de manera pivotante en el avión, un medio de proyección de imagen (una unidad de CRT), que está montado sobre el brazo, una unidad de control de CRT que contiene la unidad de CRT o que controla la unidad de CRT, y una placa de visualización (o una pantalla o una lente holográfica), que pende del brazo en un campo de visión normal del piloto. El medio de proyección de imágenes proyecta imágenes sobre la placa de visualización. El sistema incluye además un captador para la obtención y el seguimiento de un objetivo, y para la transmisión de imágenes al medio de proyección, mientras que la unidad de control de CRT coloca de manera automática el brazo en respuesta a y en coordinación con el movimiento del captador. El captador puede moverse mediante un control automático de captador o mediante un controlador manual mediante una palanca de control (joystick, en inglés). Así, el medio de proyección y la pantalla de visualización son colocados de nuevo y presentados substancialmente a lo largo del acimut del objetivo.

La patente de US N° 4.962.998 emitida a nombre de lino se dirige a una unidad de pantalla de indicación para vehículos. La unidad de visualización incluye un dispositivo de proyección, un espejo semitranslúcido, un captador de ángulo de volante, un circuito de control, un circuito de ajuste de colocación de pantalla y una palanca de operación de este circuito. El vehículo está provisto de un volante. El dispositivo de proyección incluye un dispositivo de pantalla, una fuente de luz y una lente de proyección. El espejo incluye un lado de proyección cóncavo y está montado sobre una superficie superior del tablero del salpicadero del vehículo. El dispositivo de proyección está provisto de un dispositivo, un motor y un circuito de accionamiento de motor y está montado de manera giratoria sobre el techo del vehículo.

El captador de ángulo del volante está conectado al volante. El ángulo del volante está además conectado al circuito de accionamiento del motor mediante el circuito de control. El dispositivo de proyección proyecta una imagen de indicación hacia el espejo, el cual refleja la imagen de indicación hacia el conductor. La curvatura del lado de proyección del espejo y la ubicación del espejo en el salpicadero están calculadas de una manera que permite al conductor ver la imagen de indicación reflejada incluso cuando sus ojos están desviados angularmente, como cuando el vehículo está tomando una curva. El circuito de control recibe datos del captador de ángulo del volante. El circuito de control controla el circuito de accionamiento del motor, el cual hace girar el motor con el fin de establecer el dispositivo de proyección de imágenes para proyectar la imagen en la dirección correcta. Además, el circuito de control recibe datos similares del circuito de ajuste de posición de la pantalla, de manera que el conductor puede ajustar la posición de la imagen en el espejo para ajustar su nivel visual mediante operación manual de la palanca de operación.

Mientras el vehículo gira, por ejemplo, hacia la izquierda, el captador de ángulo del volante detecta el giro y transmite los datos al circuito de control. El circuito de control envía una orden al circuito de accionamiento del motor para activar el motor para hacer girar el dispositivo de proyección hacia la izquierda hasta un grado correspondiente al giro. Así, la imagen mostrada se desplaza a la izquierda, de manera que el conductor puede aún ver la imagen mostrada en el espejo aunque su vista se haya desplazado a la izquierda. En otra realización, un espejo de ajuste de dirección de proyección está montado en el techo del vehículo de manera separada del cuerpo principal del dispositivo de proyección. El espejo de ajuste de dirección de proyección puede hacerse girar mediante un motor para dirigir la imagen proyectada.

La publicación de solicitud de patente de US N° 2005/0206727 a nombre de Kormos y titulada "Systems and Method for Forming Images for Display in a Vehicle" se dirige a un sistema de visión auxiliar, que forma imágenes para pantalla en vehículos terrestres y particularmente aplicables durante la noche. El sistema incluye una unidad de pantalla de visualización frontal, una unidad de cámara, un ordenador y uno o más captadores, tales como un codificador angular. Los captadores proporcionan información relativa al rumbo del vehículo. Los captadores están acoplados a una columna de dirección del vehículo o a un medidor de inclinación que está acoplado a un chasis del vehículo. Los captadores pueden ser reemplazados por software de procesamiento de imágenes incorporado en el ordenador. La unidad de pantalla de visualización frontal incluye una pantalla de cristal líquido (LCD), un espejo, un mecanismo de accionamiento y circuitos. La unidad de cámara incluye un sistema de lentes, un troceador (que puede omitirse en algunas realizaciones), un detector y circuitos. El detector incluye una matriz bidimensional de elementos de detección, en la que cada elemento de detección produce un píxel respectivo de una imagen resultante. La unidad de cámara está eléctricamente acoplada a la unidad de pantalla de visualización frontal y al ordenador. El ordenador está eléctricamente acoplado a uno o más de los captadores. La unidad de pantalla de visualización frontal está montada en el vehículo y proyecta imágenes sobre la superficie interior del parabrisas para mostrarlas a un conductor. El sistema de lentes dirige la radiación entrante sobre un plano de imagen del detector. El troceador permite e impide periódicamente el desplazamiento de la radiación infrarroja entrante al detector. Los circuitos de la unidad de cámara controlan el detector, leen las imágenes y detectan y sincronizan el troceador para la operación del detector. Además, basándose en la información del ordenador, los circuitos envían la información obtenida desde el detector a través de la conexión eléctrica a los circuitos del interior de la unidad de visualización. El ordenador proporciona instrucciones a la unidad de cámara sobre la base de la información de rumbo que recibe de los captadores. Utilizando la información de rumbo, el ordenador selecciona los elementos de detección del detector para los cuales debe utilizarse la información asociada, para formar una imagen mediante la unidad de pantalla de visualización frontal. El ordenador, además, envía instrucciones apropiadas relativas a estos elementos de detección a los circuitos de la unidad de cámara, la cual recibe las instrucciones relativas a los elementos de detección seleccionados y envía la información asociada con cada elemento de detección seleccionado a la unidad de pantalla de visualización frontal. Los circuitos de la unidad de pantalla toman sucesivas imágenes obtenidas del detector a través de los circuitos de la unidad de cámara, y los presentan sobre la LCD. La imagen de LCD se proyecta sobre el espejo que refleja la imagen que es dirigida sobre la superficie interior del parabrisas, creando así una imagen virtual para el conductor. El espejo está soportado de manera movable, y su posición en cualquier momento está soportada por el mecanismo de accionamiento. Utilizando el mecanismo de accionamiento, el conductor ajusta el espejo de manera que la imagen en el parabrisas esté en una posición de visualización cómoda para el conductor. Una vez que el conductor ha terminado de ajustar el espejo a una posición adecuada, permanece en esa posición durante la operación normal de un sistema de visión auxiliar.

**Compendio de la técnica descrita**

Un objeto de la técnica descrita es proporcionar un nuevo método y sistema para alinear una imagen de pantalla de visualización frontal (HUD) con una imagen de escena, empleando un combinador óptico movable.

5 De acuerdo con la técnica descrita, se proporciona así un sistema de alineamiento de paisaje en una HUD, estando la HUD montada en un avión e incluyendo un proyector de imágenes y un combinador. El combinador está ópticamente situado entre un usuario y un paisaje de interés, transmitiendo ópticamente una imagen del paisaje de interés al usuario. El proyector de imágenes proyecta una imagen hacia el combinador, el cual refleja la imagen hacia el usuario. El avión incluye un captador de ángulo de rumbo, que determina el ángulo de rumbo del avión. El sistema de alineamiento del paisaje en la HUD incluye un mecanismo de movimiento acoplado con el combinador; y  
10 un procesador acoplado con el captador de ángulo de rumbo, con el mecanismo de movimiento y con el proyector.

El procesador recibe información del ángulo de rumbo del captador de ángulo de rumbo y determina la desviación del rumbo del avión con respecto al eje longitudinal del avión de acuerdo con la información del ángulo de rumbo. El procesador dirige el mecanismo de movimiento, de acuerdo con la desviación, para desplazar el combinador a una posición que está situada entre el paisaje de interés y el usuario, y que alinea el reflejo de la imagen hacia el usuario, con la imagen de la escena.  
15

**Breve descripción de los dibujos**

La técnica descrita se comprenderá y apreciará de manera más completa a partir de la descripción detallada que sigue tomada junto con los dibujos, en los cuales:

20 la Figura 1A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un avión que incluye un sistema de pantalla de visualización frontal fija, como es conocido en la técnica, mientras el avión se está aproximando a una pista de aterrizaje con buen tiempo;

la Figura 1B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del avión de la Figura 1A, volando con viento lateral en contra hacia el avión, desde la izquierda del avión;

25 la Figura 2A es una ilustración esquemática de un sistema, construido y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita;

la Figura 2B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un avión aproximándose a una pista de aterrizaje con viento lateral en contra hacia el avión, desde la izquierda del avión, y que emplea el sistema de la Figura 2A;

30 la Figura 3A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un campo de visión instantáneo (IFOV – Instantaneous Field Of Vision, en inglés) del piloto, mientras utiliza un sistema de HUD de combinador movable, en el cual el combinador está girado hacia la izquierda, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita;

la Figura 3B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un IFOV del piloto, mientras utiliza el sistema de HUD de la Figura 3A, en el cual el combinador está girado hacia la derecha;

35 la Figura 3C es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un IFOV del piloto, mientras está utilizando el sistema de HUD de la Figura 3A, en el cual el combinador está situado en la posición por defecto del combinador;

la Figura 3D es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del campo de visión total (TFOV – Total Field Of View, en inglés) del piloto, mientras utiliza el sistema de HUD de la Figura 3A;

40 la Figura 4A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un sistema de HUD de combinador giratorio, en el cual el combinador está situado en la posición por defecto del combinador, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita;

la Figura 4B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 4A, en la cual el combinador está girado hacia la derecha con respecto a la posición por defecto del combinador;

45 la Figura 4C es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 4A, en el cual el combinador está girado hacia la izquierda con respecto a la posición por defecto del combinador;

la Figura 5A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un sistema de HUD de combinador giratorio, en el cual el combinador está situado en la posición por defecto del combinador, construido y operativo de acuerdo con otra realización e la técnica descrita;

50 la Figura 5B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 5A, en el cual el combinador está girado hacia la derecha con respecto a la posición por defecto del combinador;

la Figura 5C es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 5A, en el cual el combinador está girado hacia la izquierda con respecto a la posición por defecto del combinador;

la Figura 6 es una ilustración esquemática de un sistema de HUD, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita;

- 5 la Figura 7 es una ilustración esquemática de un sistema de HUD movable, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita;

la Figura 8A es una ilustración esquemática de una vista lateral de un sistema de HUD movable, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita;

la Figura 8B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 8A;

- 10 la Figura 9A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de HUD, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita;

la Figura 9B es una ilustración esquemática del sistema de HUD de la Figura 9A, en el cual el combinador y el conjunto óptico son colocados de nuevo en el sentido horario;

- 15 la Figura 10A es una ilustración de una vista lateral esquemática de un sistema de HUD, construido y operativo de acuerdo con otra realización más de la técnica descrita;

la Figura 10B es otra ilustración esquemática del sistema de HUD de la Figura 10A; y

la Figura 10C es otra ilustración esquemática del sistema de HUD de la Figura 10A, en el cual el combinador, el conjunto óptico y el espejo abatible están girados en sentido horario.

#### **Descripción detallada de las realizaciones**

- 20 La técnica descrita resuelve los inconvenientes de la técnica anterior proporcionando un sistema de pantalla de visualización frontal (HUD) con campo de visión extendido que emplea un combinador movable, para alinear el combinador con respecto al rumbo del avión, ajustando la proyección de la imagen de HUD de acuerdo con esto. La posición alineada del combinador alinea el reflejo de la imagen proyectada hacia el usuario, con una imagen de la escena. Así, la técnica descrita proporciona al piloto un campo de visión total (TFOV) extendido, que permite al piloto ver la imagen proyectada superpuesta en el paisaje de interés en diferentes condiciones de vuelo. Por ejemplo, el piloto puede ver la imagen proyectada superpuesta en un paisaje del rumbo del vuelo, incluso en el caso de que el eje longitudinal del avión esté girado con respecto al rumbo del vuelo, (por ejemplo, por un viento lateral).

- 30 Una posición por defecto del combinador es la posición de un combinador dentro del avión, permitiendo que el piloto vea una imagen proyectada superpuesta sobre el paisaje de interés, mientras que el eje longitudinal del avión está en línea con el vector de rumbo del avión. En el caso de HUD fijas, el combinador está generalmente situado en una posición tal que un eje horizontal del combinador es aproximadamente perpendicular al eje longitudinal del avión. Así, a continuación en esta memoria, "posición por defecto del combinador" se refiere, pero no está limitado a, una posición de combinador en la cual un eje horizontal del combinador es perpendicular a un eje longitudinal del avión.

- 35 Se hace ahora referencia a las Figuras 2A y 2B. La Figura 2A es una ilustración esquemática de un sistema, referenciado de manera general como 100, construido y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita. La Figura 2B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un avión aproximándose a una pista de aterrizaje con viento lateral en contra soplando hacia el avión, desde la izquierda del avión, y que emplea el sistema de la Figura 2A.

- 40 Con referencia a la Figura 2A, el sistema 100 incluye un proyector 114, un procesador 116, un captador de ángulo de rumbo 118, un accionador de combinador 120 y un combinador 122. El proyector 114 incluye una fuente de imágenes (no mostrada) y un conjunto óptico (no mostrado). El accionador de combinador 120 incluye una pluralidad de mecanismos de potencia controlada (no mostrados). El accionador de combinador 120 es un mecanismo de movimiento, que puede ser, por ejemplo, un accionador giratorio, un brazo giratorio extensible, un raíl angular y otros similares.

- 45 El procesador 116 está acoplado con el captador de ángulo de rumbo 118, con el proyector 114 y con el accionador de combinador 120. El accionador de combinador 120 está acoplado con el combinador 122. El captador de ángulo de rumbo 118 es un dispositivo que determina un ángulo de rumbo (no mostrado), que es el ángulo entre un vector de rumbo 142 (Figura 2B, es decir, una dirección de vuelo de un avión 132) y un eje longitudinal 128 del avión 132 (Figura 2B). El ángulo de rumbo horizontal  $\alpha$  es la proyección horizontal del ángulo de rumbo, con respecto a un plano horizontal del avión 132 (Figura 2B). Se observa que el ángulo de rumbo horizontal  $\alpha$  puede ser determinado por el captador de ángulo de rumbo 118 o por el procesador 116. Se observa además que el captador de ángulo de rumbo 118 puede incluir uno o más captadores de ubicación y de orientación (es decir, captadores de posición, no mostrados). Alternativamente, el captador de ángulo de rumbo 118 puede estar acoplado con un sistema de

localización global (GPS – Global Positioning System, en inglés), no mostrado) y un sistema de navegación inercial (INS – Inertial Navigation System, en inglés), no mostrado) del avión 132.

5 El proyector 114 proyecta una imagen (no mostrada) sobre el combinador 122. La fuente de imágenes genera la imagen, y el conjunto óptico dirige la imagen hacia el combinador 122. El accionador de combinador 120 es un mecanismo de movimiento que opera para recibir órdenes del procesador 116 y traduce las órdenes en movimientos espaciales.

10 El procesador 116 recibe información sobre el ángulo de rumbo del captador de ángulo de rumbo 118. El procesador 116 determina la desviación del rumbo del avión con respecto al eje longitudinal del avión, de acuerdo con la información sobre el ángulo de rumbo. El procesador 116 determina una posición del combinador, de acuerdo con la desviación, de manera que el piloto 130 (Figura 2B) del avión 132 (Figura 2B) puede ver la imagen proyectada alineada con el paisaje de interés sobre el combinador (por ejemplo una pista de aterrizaje 126 (Figura 2B)). El procesador 116 dirige a continuación el accionador de combinador 120 para desplazar el combinador 122 a la posición determinada.

15 Desplazar un combinador de acuerdo con la técnica descrita puede incluir una rotación o un giro angular espacial y un desplazamiento o desfase lineal espacial (es decir, recolocación). Desplazar un combinador de acuerdo con la técnica descrita con respecto a un rumbo de un avión, y de manera que un piloto del avión puede ver una imagen proyectada alineada con el paisaje de interés sobre el combinador, se denomina en lo que sigue en esta memoria "alineamiento del combinador".

20 Un eje horizontal de un combinador, que está situado en la posición por defecto del combinador, se denomina en lo que sigue en esta memoria "eje horizontal por defecto del combinador". El ángulo entre el eje horizontal por defecto de un combinador y un eje horizontal del combinador se denomina en lo que sigue en esta memoria "ángulo de giro horizontal del combinador". El movimiento del combinador 122 de acuerdo con la información del ángulo de rumbo incluye girar el combinador 122, cambiando el ángulo  $\beta$  de giro del combinador horizontal (Figura 2B).

25 El procesador 116 dirige el proyector 114 para proyectar la imagen sobre el combinador 122 alineado con respecto a la posición espacial del combinador 122. El procesador 116 puede ser un procesador de un ordenador de una misión (no mostrado) o un ordenador de gestión de vuelo (no mostrado). El procesador 116 puede si no, ser un procesador separado, no relacionado con ningún procesador existente a bordo del avión. El procesador 116 está acoplado con el accionador de combinador 120, con el captador de ángulo de rumbo 118 y con el proyector 114 mediante un enlace físico (no mostrado). Si no, el procesador 116 está acoplado con el accionador del combinador 120, con el captador de ángulo de rumbo 118 y con el proyector 115 mediante un enlace inalámbrico.

30 Con referencia a la Figura 2B, durante el aterrizaje del avión 132 en una pista de aterrizaje 126, un piloto 130 mantiene el vector de rumbo 142 substancialmente alineado con una línea de aproximación 148 de la pista de aterrizaje 126. El eje longitudinal 128 del avión 132 se gira hacia la derecha con respecto al vector de rumbo 142 debido a un viento lateral, indicado mediante flechas 136, que sopla hacia el avión 132 desde la izquierda del avión 132. Con el fin de permitir al piloto 130 ver la imagen que el proyector 114 proyecta sobre el combinador 122 superpuesta sobre la vista relevante de la pista de aterrizaje 126, es necesario alinear el combinador 122 con el vector de rumbo 142. El alineamiento del combinador 122 incluye girar el combinador 122 hacia la izquierda produciendo un ángulo de giro horizontal  $\beta$  del combinador. La posición alineada del combinador 122 alinea el reflejo de la imagen proyectada hacia el piloto 130, con el paisaje de la autopista 126.

40 Para evitar el vuelco del combinador, el ángulo de giro horizontal del combinador está generalmente substancialmente entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . No obstante, en un sistema similar al sistema de la técnica descrita no es necesario que el ángulo de giro horizontal del combinador exceda la mitad del ángulo de rumbo horizontal  $\alpha$ . Debido a efectos ópticos conocidos, un ángulo de giro horizontal de un combinador substancialmente por encima de  $\alpha/2$  sería suficiente para permitir que el piloto vea la imagen proyectada superpuesta sobre una escena relevante delante del avión, por ejemplo, una pista de aterrizaje. Por lo tanto, el ángulo de giro horizontal del combinador está substancialmente entre  $0^\circ$  y un medio ( $1/2$ ) del ángulo de rumbo horizontal.

45 Se hace ahora referencia a las Figuras 3A, 3B, 3C y 3D. La Figura 3A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un campo de visión instantáneo (IFOV) de un piloto, mientras utiliza un sistema de HUD de combinador móvil, referenciado de manera general por 160, en el cual el combinador está situado con un giro a la izquierda, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. La Figura 3B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de una IFOV del piloto, mientras utiliza el sistema de la Figura 3A y mira hacia un combinador, que está colocado con un giro a la derecha.

50 La Figura 3C es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de una IFOV del piloto, mientras utiliza el sistema de la Figura 3A y mira a un combinador situado en la posición por defecto del combinador. La Figura 3D es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un campo de visión total (TFOV) de un piloto, mientras utiliza el sistema de la Figura 3A.

55 El sistema 160 incluye un proyector (no mostrado), un combinador 182, un accionador de combinador (es decir, un mecanismo de movimiento, no mostrado) y un procesador (no mostrado). El sistema 160 está además acoplado con

un captador de ángulo de rumbo (no mostrado) de un avión. El sistema 160 es generalmente similar al sistema 100 de las Figuras 2A y 2B.

5 En referencia ahora a la Figura 3A, el avión 170 está avanzando en la dirección de un vector de rumbo 178A. La flecha 180A representa la dirección de un eje longitudinal (no mostrado) del avión 170. Por lo tanto el avión 170 está girado horizontalmente hacia la derecha con respecto al vector de rumbo 178A, produciendo un ángulo de rumbo horizontal 176A.

10 El término “área efectiva del combinador” en lo que sigue en esta memoria, se refiere a un área de una superficie de un combinador, sobre la cual el proyector proyecta una imagen. El área efectiva del combinador corresponde a la posición del combinador. El campo de visión (FOV) de un piloto en el contexto de la técnica descrita se refiere a la sección del campo de visión del piloto, que corta el área efectiva del combinador. Puesto que la posición de un combinador puede cambiar en el tiempo, con respecto al área efectiva del combinador, y debido a ello, el campo de visión del piloto generalmente cambia con el tiempo. Por lo tanto, un campo de visión de un piloto en un caso específico, en referencia a una posición específica del combinador, se denomina en lo que sigue en esta memoria campo de visión instantáneo (IFOV – FOV instantáneo, en inglés).

15 Un piloto 162 que pilota un avión 170 mira al combinador 182. Debido al ángulo de rumbo horizontal 176A, un combinador 182 es situado de nuevo en la posición de combinador 164A. La recolocación del combinador 182 incluye girar el combinador 182 hacia la izquierda con respecto a un eje horizontal de combinador por defecto 165 del combinador 182, produciendo un ángulo de giro horizontal  $\lambda$  del combinador. El área efectiva del combinador 168A corresponde a una posición del combinador 164A. Mientras el combinador 182 está situado en la posición de combinador 164A, el proyector del sistema 160 proyecta una imagen (no mostrada) sobre el área efectiva del combinador 168A. Un ángulo de IFOV horizontal 166A del piloto 162 corresponde al área efectiva del combinador 168A. El ángulo de IFOV horizontal 166A es el ángulo horizontal del IFOV del piloto 162 mientras mira al combinador 182 situado en la posición de combinador 164A.

25 En referencia ahora a la Figura 3B, el avión 170 está avanzando en la dirección de un vector de rumbo 178B. La flecha 180B representa la dirección de un eje horizontal del avión 170. Por lo tanto, el avión 170 está girado horizontalmente hacia la izquierda con respecto al vector de rumbo 178B, produciendo un ángulo de rumbo horizontal 176B. Un piloto 162 que pilota un avión 170 mira al combinador 182. Debido al ángulo de rumbo horizontal 176B, el combinador 182 es recolocado en la posición de combinador 164B. La recolocación del combinador 182 incluye girar el combinador 182 hacia la derecha con respecto al ángulo horizontal por defecto del combinador 165, produciendo un ángulo de giro horizontal  $\delta$  del combinador. El área efectiva del combinador 168B corresponde a la posición del combinador 164B. Mientras el combinador 182 está situado en la posición de combinador 164B, el proyector del sistema 160 proyecta una imagen (no mostrada) sobre el área efectiva de combinador 168B. Un ángulo de IFOV horizontal 166B del piloto 162 corresponde al área efectiva del combinador 168B respectivamente. El ángulo de IFOV horizontal 166B es el ángulo del IFOV del piloto 162 mientras mira al combinador 182 situado en la posición de combinador 164B.

35 En referencia ahora a la Figura 3C, el eje longitudinal 180C del avión 170 está substancialmente alineado con un vector de rumbo 178C del avión 170. Por lo tanto el ángulo de giro horizontal del combinador (no mostrado) es igual a 0 y un eje horizontal del combinador 182 está alineado con el eje horizontal por defecto del combinador 165. En consecuencia, el combinador 182 está situado en la posición por defecto del combinador. Un ángulo de IFOV horizontal 166C del piloto 162 corresponde al área efectiva del combinador 168C. El ángulo de IFOV horizontal 166C es el ángulo horizontal del IFOV del piloto 162 mientras mira al combinador 182 situado en la posición por defecto del combinador 164C.

45 En referencia ahora a la Figura 3D, el ángulo horizontal 174 es un ángulo de un campo de visión que es igual a la superposición de los ángulos de IFOV horizontales 166A, 166B y 166C. La superposición de todos los IFOV posibles de un piloto de un avión provisto de un sistema similar al sistema de la técnica descrita se denomina en lo que sigue en esta memoria el “campo de visión total” (TFOV). Cuando la posición de un combinador 164A (Figura 3A) corresponde al giro hacia la izquierda horizontal máximo del combinador permitido por el sistema 160, y la posición del combinador 164B (Figura 3B) corresponde al giro hacia la derecha horizontal máximo del combinador permitido por el sistema 160, y la posición del combinador 164B (Figura 3B) corresponde al giro hacia la derecha horizontal máximo del combinador permitido por el sistema 160, el ángulo de TFOV horizontal 174 es el ángulo horizontal del TFOV del piloto 162, que es proporcionado por el sistema 160.

55 Con referencia a la Figura 3C, si el combinador 182 es un combinador fijo, similar a los combinadores de la técnica anterior, situado en la posición por defecto del combinador, entonces el ángulo de IFOV horizontal 166C representa el ángulo horizontal del IFOV y el ángulo horizontal del TFOV del piloto 162 (es decir, IFOV = TFOV). Con referencia a la Figura 3D, el sistema proporciona 160 un ángulo de TFOV horizontal (es decir, el ángulo de TFOV horizontal 174), que incluye el ángulo de IFOV horizontal 166C de la posición por defecto del combinador (que generalmente es igual al TFOV de los sistemas de la técnica anterior), así como un ángulo horizontal hacia la izquierda 184A y un ángulo horizontal hacia la derecha 184B. Por ello, un sistema de HUD de acuerdo con la técnica descrita proporciona un TFOV más amplio que un sistema de HUD de combinador fijo (es decir, TFOV > IFOV).

Por ejemplo, cuando el ángulo de IFOV horizontal de un piloto en un avión es aproximadamente  $20^\circ$ , un sistema de acuerdo con la presente descripción puede proporcionar un ángulo de TFOV horizontal de aproximadamente  $30^\circ$ , permitiendo que un piloto de un avión pilote el avión adecuadamente y de manera segura en diferentes condiciones de vuelo. Un ángulo de TFOV horizontal de aproximadamente  $30^\circ$  se consigue permitiendo un ángulo de giro horizontal del combinador de  $2,5^\circ$  a cada lado, añadiendo con ello  $5^\circ$  a cada lado.

Se observa que para permitir el alineamiento de un combinador movable de un sistema de acuerdo con la técnica descrita, con respecto a un ángulo de rumbo horizontal  $\gamma$ , el ángulo de giro horizontal puede ser menor de  $\gamma/2$ . Cuando el ángulo de IFOV horizontal está indicado por  $\theta$ , el ángulo de giro horizontal  $\tau$  puede ser  $\tau = (\gamma - c*\theta)/2$ , donde  $c$  representa un factor, menor de 1 (es decir,  $c \leq 1$ ). Es decir, en caso de que ángulo de rumbo horizontal  $\gamma$  sea menor de, por ejemplo,  $\theta/2$ , un paisaje de interés es probable que esté aún dentro del IFOV horizontal del piloto, y por lo tanto no hay todavía necesidad de recolocar el combinador. Además, puede determinarse un valor de corte para la recolocación de un combinador movable, por ejemplo,  $\theta/2$ .

Se hace ahora referencia a las Figuras 4A, 4B y 4C. La Figura 4A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un sistema de HUD de combinador giratorio, representado de manera general por 200, en el cual el combinador está situado en la posición por defecto del combinador, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. La Figura 4B es una ilustración esquemática es una vista desde arriba del sistema de la Figura 4A, en la cual el combinador está girado hacia la derecha con respecto a la posición por defecto del combinador. La Figura 4C es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 4A, en la cual el combinador está girado hacia la izquierda con respecto a la posición por defecto del combinador.

El sistema de HUD 200 incluye un proyector 204, un combinador giratorio 202, un procesador (no mostrado) y un accionador de combinador (es decir, un mecanismo de movimiento, no mostrado). El sistema 200 está además acoplado con un captador de ángulo de rumbo (no mostrado) del avión. El proyector 204 incluye una fuente de imágenes 208 y un conjunto óptico (no mostrado). El sistema 200 es generalmente similar al sistema 100 de las Figuras 2A y 2B. La fuente de imágenes 208 está ajustada para generar una imagen 212 en una pluralidad de ubicaciones de la superficie de la misma.

Con referencia a la Figura 4A, el combinador giratorio 202 está situado en la posición por defecto del combinador 216C. Por lo tanto, el ángulo de giro horizontal del combinador (no mostrado) es igual a cero. El combinador 202 puede inclinarse alrededor de un ángulo de giro horizontal 210. El ángulo de giro horizontal 210 es substancialmente perpendicular a un eje horizontal (no mostrado) del combinador 202 y, preferiblemente, pero no estando limitado a, está situado en el medio de una dimensión horizontal del combinador 202. La fuente de imágenes 208 genera la imagen 212 en una ubicación de imagen 214C de la misma. La ubicación de imagen 214C de la imagen 212 corresponde a la posición por defecto del combinador 216C. La ubicación de una imagen sobre una fuente de imágenes correspondiente a una posición por defecto del combinador se denomina en lo que sigue en esta memoria "ubicación de imagen por defecto". Por ello, la ubicación de imagen 214C es la ubicación de imagen por defecto. El proyector 204 proyecta la imagen 212 sobre el combinador 202 mediante una pluralidad de haces de luces que se emiten desde la imagen 212, pasan a través del conjunto óptico e inciden sobre la superficie del combinador 202. Un área de combinador efectiva por defecto 218C corresponde a la ubicación de la imagen por defecto 214C. Así, la imagen 212 se proyecta desde la ubicación de imagen 214C sobre el área efectiva del combinador 218C mediante los haces de luz 220C.

Puesto que un ángulo de rumbo (no mostrado) de un avión 206 es igual a cero (de acuerdo con los datos recibidos del captador de ángulo de rumbo), el combinador 202, situado en la posición por defecto del combinador 216C, mira horizontalmente hacia el paisaje en el rumbo del avión 206. Por lo tanto, el área efectiva del combinador por defecto 218C está preferiblemente centrada con respecto a una dimensión horizontal de la fuente de imágenes 208.

Con referencia a la Figura 4B, el combinador giratorio 202 se hace girar alrededor del eje de rotación horizontal 210 hacia la derecha con respecto a la posición por defecto del combinador 216C (Figura 4A) y se sitúa en una posición de combinador 216B. La fuente de imágenes 208 genera la imagen 212 en una ubicación de imagen 214B en la fuente de imágenes 208. La ubicación de imagen 214B corresponde a la posición del combinador 216B. La imagen 212 situada en la ubicación de imagen 214B se proyecta sobre el área efectiva del combinador 218B por medio de los haces de luz 220B. El área efectiva del combinador 218B corresponde a la ubicación de imagen 214B.

Un eje horizontal (no mostrado) del avión 206 está ahora girado horizontalmente hacia la izquierda con respecto al vector de rumbo (no mostrado) del avión 206. Por lo tanto, el área efectiva del combinador 218B está desfasada horizontalmente hacia la derecha con respecto a las dimensiones horizontales del combinador 202, en comparación con el área efectiva del combinador por defecto 218C (Figura 4A). De acuerdo con esto, la ubicación de la imagen 214B está desfasada horizontalmente hacia la izquierda con respecto a las dimensiones horizontales de la fuente de imágenes 208, en comparación con la ubicación por defecto de la imagen 214C (Figura 4A).

Con referencia a la Figura 4C, el combinador giratorio 202 está girado alrededor del eje de rotación horizontal 210 hacia la izquierda con respecto a la posición por defecto del combinador 216C (Figura 4A) y situado en una posición de combinador 216A. La fuente de imágenes 208 genera la imagen 212 en una ubicación de imagen 214A en la fuente de imágenes 208. La ubicación de imagen 214A corresponde a la posición del combinador 216A. La imagen



212 situada en la ubicación de imagen 214A se proyecta sobre el área efectiva del combinador 218A por medio de los haces de luz 220A. El área efectiva del combinador 218A corresponde a la ubicación de imagen 214A.

5 Un eje longitudinal (no mostrado) del avión 206 está ahora girado horizontalmente hacia la derecha con respecto al vector de rumbo (no mostrado) del avión 206. Por lo tanto, el área efectiva del combinador 218A está desfasada horizontalmente hacia la izquierda con respecto al área efectiva del combinador por defecto 218C (Figura 4A). Respectivamente, la ubicación de imagen 214A está desfasada horizontalmente hacia la derecha con respecto a la ubicación por defecto 214C (Figura 4A).

10 Debe observarse que aunque las Figuras 4A, 4B y 4C, los haces de luz 220C, 220B y 220A están representados como líneas rectas, los haces de luz 220C, 220B y 220A pueden desplazarse según una trayectoria diferente de una línea recta. Debe observarse asimismo que la recolocación del combinador girado 202 puede incluir también una recolocación (es decir, desplazamiento lineal y rotación) con respecto a un plano vertical del avión 206 y un desfase horizontal adicional. En la realización representada en las Figuras 4A, 4B y 4C, el accionador del combinador es un mecanismo de movimiento, que puede ser un accionador giratorio, para girar el combinador 202 alrededor de un eje de rotación.

15 Debe observarse que el combinador giratorio 202 requiere dimensiones horizontales que son substancialmente más grandes que las dimensiones horizontales de su área efectiva del combinador por defecto 218C (Figura 4A), es decir, para permitir un desfase horizontal hacia la derecha y hacia la izquierda del área efectiva del combinador correspondiente a un giro horizontal hacia la derecha y hacia la izquierda del combinador giratorio 202, respectivamente (Figuras 4B y 4C). Debe asimismo observarse que un desfase horizontal del combinador giratorio 202 puede reducir o eliminar la necesidad de aumentar las dimensiones horizontales de un combinador giratorio de acuerdo con la técnica descrita.

25 Se hace ahora referencia a las Figuras 5A, 5B y 5C. La Figura 5A es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un sistema de HUD de combinador giratorio, referenciado de manera general como 250, en la cual el combinador está situado en la posición por defecto, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. La Figura 5B es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 5A, en la cual el combinador está girado hacia la derecha con respecto a la posición por defecto del combinador. La Figura 5C es una ilustración esquemática de una vista desde arriba del sistema de la Figura 5A, en la cual el combinador está girado hacia la izquierda con respecto a la posición por defecto del combinador.

30 El sistema de HUD 250 incluye un proyector 254, un combinador giratorio 252, un procesador (no mostrado) y un accionador del combinador (es decir, un mecanismo de movimiento, no mostrado). El sistema 250 está acoplado además con un captador de ángulo de rumbo (no mostrado) del avión 256. El proyector 254 incluye la fuente de imágenes 258 y un conjunto óptico (no mostrado). El sistema 250 es generalmente similar al sistema 200 de las Figuras 4A, 4B y 4C. El combinador giratorio 252 está girado horizontalmente alrededor de un eje de rotación horizontal 260. Un eje de rotación horizontal de acuerdo con la técnica descrita es substancialmente perpendicular a un plano horizontal de un avión y no necesariamente se corta con un combinador giratorio. El eje de rotación horizontal 260 está situado entre el combinador giratorio 252 y un piloto (no mostrado) del avión 256. La rotación del combinador giratorio 252 alrededor del eje de rotación horizontal 260, que no se corta con el combinador giratorio 252, genera un giro horizontal y un desfase horizontal del combinador giratorio 252.

40 Con referencia a la Figura 5A, el combinador giratorio 252 está situado en la posición por defecto del combinador 266C. Por lo tanto el ángulo de giro horizontal del combinador (no mostrado) es igual a cero.

45 La fuente de imágenes 258 genera una imagen 262 en una ubicación de imagen 264C de la misma. La ubicación de imagen 264C de la imagen 262 corresponde a la posición por defecto del combinador 266C. Por ello, la ubicación de la imagen 264C es la ubicación de la imagen por defecto. El proyector 254 proyecta la imagen 262 sobre el combinador giratorio 252 mediante una pluralidad de haces de luces, que son emitidos desde la imagen 262, pasan a través del conjunto óptico e inciden sobre la superficie del combinador giratorio 252. El área efectiva del combinador 255 corresponde a la ubicación de imagen 264C. Así, la imagen 262 se proyecta desde la ubicación de imagen 264C, sobre el área efectiva del combinador 255 por medio de los haces de luz 270C. Debe observarse que la dimensión horizontal del área efectiva del combinador es substancialmente similar a la dimensión horizontal de la superficie del combinador, y sigue siendo la misma durante toda la recolocación del combinador en la realización actual.

50 Dado que el ángulo de rumbo (no mostrado) del avión 256 es igual a cero en la posición por defecto del combinador 266C, el combinador giratorio 252 está situado alineado con un paisaje en el rumbo del avión 256. Por lo tanto, el área efectiva del combinador está preferiblemente centrada con respecto a una dimensión horizontal del combinador giratorio 252. De acuerdo con esto, la ubicación de imagen 264C está preferiblemente centrada con respecto a una dimensión horizontal de la fuente de imágenes 258.

Con referencia a la Figura 5B, el combinador giratorio 252 está girado alrededor del eje de rotación horizontal 260 hacia la derecha con respecto a la posición por defecto del combinador 266C (Figura 5A), y situado en una posición de combinador 266B. La rotación del combinador giratorio 252 alrededor del eje de rotación horizontal 260 incluye el

giro, así como el desfase hacia la derecha, del combinador giratorio 252. La fuente de imágenes 258 genera la imagen 262 en una ubicación de imagen 264B sobre la superficie de la fuente de imágenes 258. La ubicación de la imagen 264B corresponde a la posición del combinador 266B. La imagen 262 situada en la ubicación de imagen 264B se proyecta sobre el área efectiva del combinador 255 por medio de los haces de luz 270B. Un eje longitudinal (no mostrado) del avión 256 está ahora girado horizontalmente hacia la izquierda con respecto al vector de rumbo (no mostrado) del avión 256. El desfase horizontal hacia la derecha del combinador giratorio 252, provocado por la rotación hacia la derecha del combinador giratorio 252, elimina substancialmente la necesidad de desfase del área efectiva del combinador. Por ello, el área efectiva de combinador del combinador giratorio 252 situado en la posición de combinador 266B permanece aún en el área efectiva del combinador 255. La ubicación de imagen 264B está desplazada horizontalmente hacia la izquierda con respecto a la ubicación por defecto de la imagen 264C.

Con referencia a la Figura 5C, el combinador giratorio 252 está girado alrededor del eje de rotación horizontal 260 hacia la izquierda con respecto a la posición por defecto del combinador 266C (Figura 5A) y situado en una posición de combinador 266A. La fuente de imágenes 258 genera la imagen 262 en una ubicación de imagen 264A sobre la superficie de la fuente de imágenes 258. La ubicación de imagen 264A corresponde a la posición del combinador 266A. La imagen 262 situada en la ubicación de imagen 264A se proyecta sobre el área efectiva del combinador 255 por medio de los haces de luz 270A.

Un eje horizontal (no mostrado) del avión 256 está ahora girado horizontalmente hacia la derecha con respecto al vector de rumbo (no mostrado) del avión 256. Debido al desfase horizontal hacia la izquierda del combinador giratorio 252, el área efectiva del combinador 255 permanece igual. La ubicación de imagen 264A está desfasada horizontalmente hacia la derecha con respecto a la ubicación por defecto de la imagen 264C (Figura 5A).

En la realización representada en las Figuras 5A, 5B y 5C, el accionador del combinador puede estar en un brazo giratorio extensible o en un raíl angular, para girar el combinador 252 a lo largo de una trayectoria angular, que tiene un eje de rotación horizontal. Debe observarse que un combinador de acuerdo con la técnica descrita, que puede ser desplazado horizontalmente, puede aún requerir diferentes áreas efectivas de combinador en diferentes posiciones del combinador y, por lo tanto, dimensiones horizontales más grandes. No obstante, un combinador que se desplaza horizontalmente puede requerir dimensiones horizontales más pequeñas, al contrario que un combinador que no puede desplazarse horizontalmente. Debe observarse además que la recolocación del combinador giratorio 252 puede asimismo incluir una recolocación (es decir, un desplazamiento lineal y una rotación) con respecto a un plano vertical del avión 256 (por ejemplo eje de rotación que se corta con, pero que no es paralelo a, un plano horizontal de un avión).

De acuerdo con otro aspecto de la técnica descrita, el procesador dirige el accionador del combinador para mover al combinador a una posición seleccionada y, a continuación, dirige un accionador de combinador para mover al proyector a una posición que corresponde a la nueva posición del combinador. Se hace ahora referencia a la Figura 6, que es una ilustración esquemática de un sistema de HUD, referenciado de manera general como 300, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. El sistema 300 incluye un proyector 312, un procesador 308, un accionador de combinador 304, un combinador 302 y un accionador de proyector 310. El sistema 300 está además acoplado con un captador de ángulo de rumbo 306. El proyector 312 incluye una fuente de imágenes y un conjunto óptico (ambos no mostrados). El procesador 308 está acoplado con el captador de ángulo de rumbo 306, con el proyector 312, con el accionador de combinador 304 y con el accionador del procesador 310. El accionador de combinador 304 está además acoplado con el combinador 302. El accionador de proyector 310 está además acoplado con el proyector 312. El sistema 300 es similar al sistema 100 (Figura 2A), excepto por que el sistema 300 incluye además el accionador de proyector 310. Debe observarse que el procesador 308 puede ser un procesador montado en el avión, con cuyo sistema 300 está acoplado.

El accionador de proyector 310 es un mecanismo de movimiento operativo para recibir órdenes del procesador 308 y traducir las órdenes en movimientos espaciales. El proyector 308 está ajustado para ser recolocado espacialmente por el accionador de proyector 310. El procesador 308 determina la desviación del rumbo del avión con respecto al eje longitudinal del avión, de acuerdo con la información del ángulo de rumbo. El procesador 308 recibe información sobre el ángulo de rumbo del captador de ángulo de rumbo 306 y dirige la desviación del ángulo del rumbo. El procesador 308 dirige asimismo el accionador de proyector 310 para recolocar el proyector 312 de acuerdo con la posición seleccionada del combinador 302. Además, el procesador 308 dirige el proyector 312 para que proyecte la imagen generada por la fuente de imágenes sobre el combinador 302 alineado.

Se hace ahora referencia a la Figura 7, que es una ilustración esquemática de un sistema de HUD móvil, referenciado de manera general por 330, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. El sistema 330 incluye un proyector móvil 334, un accionador de proyector (es decir un mecanismo de movimiento, no mostrado), un combinador móvil 332, un accionador de combinador (es decir, un mecanismo de movimiento, no mostrado) y un procesador (no mostrado). El sistema 330 está además acoplado a un captador de ángulo de rumbo (no mostrado). El sistema 330 es generalmente similar al sistema 300 de la Figura 6.

El combinador móvil 332 se ilustra en una pluralidad de posiciones de combinador 340A y 340C seleccionadas. El proyector móvil 312 se ilustra en una pluralidad de posiciones de proyector 342A y 342C seleccionadas. Las posiciones del combinador 340A y 340C corresponden a posiciones del proyector 342A y 342C respectivamente. El

conjunto óptico (no mostrado) del procesador móvil 334 dirige una pluralidad de haces de luz emitidos desde la superficie de la fuente de imágenes (no mostrada) del proyector móvil 334, tal como los haces de luz 338A y 338C, hacia el combinador 332. Estos haces de luz representan una imagen generada por la fuente de imágenes.

5 Cuando el proyector móvil 334 está situado en la posición de proyector 342A, proyecta los haces de luz 338A hacia el combinador móvil 332 situado en la posición de combinador 342A. De manera similar, cuando el proyector móvil 334 está situado en la posición de proyector 342C proyecta los haces de luz 338C hacia el combinador móvil 332 situado en la posición de combinador 340C. Cuando el procesador dirige el accionador del combinador para que mueva el combinador móvil 332 a la posición 340A, el procesador dirige además el accionador del proyector para que mueva el proyector móvil 334 a la posición de proyector 342A. De manera similar, cuando el procesador dirige el accionador del combinador para que mueva el combinador móvil 332 a la posición 340C, el procesador dirige además el accionador del proyector para que mueva el proyector móvil 334 a la posición de proyector 342C.

15 Debe observarse que un accionador de proyector de acuerdo con la técnica descrita puede recolocar espacialmente un proyector móvil como un todo, o recolocar espacialmente uno o más de los componentes del proyector móvil conjunta o separadamente. Por ejemplo, el accionador de proyector puede recolocar espacialmente la fuente de imágenes o recolocar espacialmente los componentes del conjunto óptico, tales como lentes (no mostrados). En caso de que solo se recolocan algunos componentes del proyector móvil (uno o más, pero no todos), la recolocación espacial puede requerir más ajustes a los componentes no móviles del proyector móvil (por ejemplo, ópticas más grandes, con el fin de mantener una adecuada proyección de la imagen sobre el combinador alineado).

Se hace ahora referencia a las Figuras 8A y 8B. La Figura 8A es una ilustración esquemática de una vista lateral de un sistema de HUD móvil, referenciado de manera general como 360, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. La Figura 8B es una ilustración esquemática de una sección transversal horizontal del sistema de la Figura 8A.

25 El sistema 360 incluye un proyector móvil 362, un combinador móvil 364, un accionador (es decir, un mecanismo de movimiento, no mostrado) y un procesador. El sistema 360 está además acoplado con un captador de ángulo de rumbo (no mostrado) provisto a bordo del avión 368. El proyector móvil 362 incluye una fuente de imágenes (no mostrada) y un conjunto óptico (no mostrado). El procesador está acoplado con el accionador, con el proyector móvil 362 y con el captador de ángulo de rumbo. El accionador está acoplado con el proyector móvil 362 y con el combinador móvil 364. El proyector móvil 362 está además acoplado con el combinador móvil 364. El accionador puede estar acoplado solo al proyector móvil 362 o solo al combinador móvil 364.

35 El sistema 360 es en general similar al sistema 300 de la Figura 6, excepto por que el accionador del combinador y el accionador del proyector del sistema 300 están integrados en un único accionador del sistema 360. El proyector móvil 362 y el combinador móvil 364 están substancialmente alineados verticalmente con respecto a un plano vertical del avión 368. Tal alineamiento vertical substancial del proyector móvil 362 con respecto al combinador móvil 364 se denomina en lo que sigue en esta memoria "alineamiento vertical del proyector con el combinador".

40 El combinador 364 está situado en la posición por defecto de combinador 365C (Figura 8B) con respecto a los ojos de un piloto 366 (Figura 8A). El procesador recibe la información sobre el ángulo de rumbo del captador de ángulo de rumbo, determina la desviación del rumbo del avión 368 con respecto al eje longitudinal del avión 368 (no mostrado) y dirige el accionador para recolocar el proyector móvil 362 y el combinador móvil 364 conjuntamente de acuerdo con la desviación. Con referencia a la Figura 8B, el combinador móvil 364 se ilustra en una pluralidad de posiciones de combinador 365A y 365C seleccionadas. El proyector móvil 362 se ilustra en una pluralidad de posiciones de proyector 363A y 363C seleccionadas. Cuando el proyector móvil 362 está situado en cada una de las posiciones del proyector 363A y 363C, mantiene el alineamiento vertical con el combinador móvil 364, situado en las correspondientes posiciones de combinador 365A y 365C, respectivamente. El procesador dirige el accionador para que mueva el combinador móvil 364 y el proyector móvil 362 conjuntamente a la posición de combinador 365A y a la posición de proyector 363A, respectivamente. De manera similar, el procesador dirige el accionador para que mueva el combinador móvil 364 y el proyector móvil 362 conjuntamente a la posición de combinador 365C y a la posición de proyector 363C, respectivamente.

50 Debido al movimiento espacial conjunto de un combinador y un proyector de un sistema similar al sistema 360, la recolocación del combinador no requiere generalmente un ajuste de la proyección de una imagen por parte del proyector en el combinador. Es opcional el acoplar solo el conjunto óptico del proyector con un combinador de un sistema similar al sistema 360. En ese caso, el accionador recoloca solo el conjunto óptico del proyector conjuntamente con el combinador. Así, la fuente de imágenes del proyector, que no está acoplada con el combinador, permanece substancialmente fija en el espacio durante el vuelo de un avión.

Se hace ahora referencia a las Figuras 9A y 9B. La Figura 9A es una ilustración esquemática de un sistema de HUD referenciado de manera general como 400, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica descrita. La Figura 9B es una ilustración esquemática del sistema de HUD de la Figura 9A, en la cual el combinador y el conjunto óptico están recolocados en sentido horario.

El HUD 400 incluye un combinador óptico 402 y un proyector 404. El proyector 404 incluye además una fuente de imágenes 406 y un conjunto óptico 408. El conjunto óptico 408 puede incluir elementos ópticos, tales como una lente de objetivo. Las Figuras 9A y 9B están representadas desde el punto de vista de un piloto, observando el piloto el combinador 402, de manera que una línea de visión (LOS – Line Of Sight, en inglés) del piloto 422 atraviesa el combinador 402. De esta manera, el piloto (no mostrado) puede observar imágenes proyectadas sobre el combinador 402, superpuestas sobre la escena exterior. El combinador 402 está firmemente acoplado con el conjunto óptico 408, por ejemplo, mediante los brazos 410. El conjunto óptico 408 está acoplado de manera pivotante con el cuerpo del proyector 404, por ejemplo mediante el marco circular 412 giratorio, que es giratorio alrededor de un eje de rotación 420. La HUD 400 está instalada dentro de un avión (no mostrado). Por ejemplo, el proyector 404 puede estar instalado en el panel frontal (no mostrado) del avión, de manera que el combinador 402 está situado por encima del panel.

Con referencia a la Figura 9A, el ángulo de rumbo del avión es substancialmente cero, de manera que el combinador 402 está situado en una posición por defecto 418A. El conjunto óptico 408 está situado en una posición por defecto 416A, en la que un eje horizontal del mismo (no mostrado) es substancialmente paralelo a un eje horizontal por defecto 428A del combinador. La fuente de imágenes 406 genera una imagen en una primera ubicación de imagen 414A en la superficie de la misma. La primera ubicación de imagen 414A está substancialmente centrada con respecto a la superficie de la fuente de imágenes 406. La fuente de imágenes 406 emite haces de luz 424 de la imagen generada hacia el conjunto óptico 408. El conjunto óptico transmite los haces de luz 424 hacia la superficie del combinador 402. El combinador 402 refleja los haces de luz 424 hacia los ojos del piloto (es decir, en una dirección substancialmente perpendicular a la Figura 9A representada).

Con referencia a la Figura 9B, el ángulo de rumbo del avión es distinto de cero, de manera que el avión está girado en sentido antihorario. En este caso, la LOS del piloto puede estar fuera de la superficie del combinador 402, haciendo a la HUD 400 inoperativa. Así, el combinador 402 y el conjunto óptico 408 son recolocados conjuntamente en una dirección horaria, hasta la posición del combinador 418B y la posición del conjunto óptico 416B, respectivamente. El combinador 402 y el conjunto óptico 408 están firmemente acoplados entre sí, de manera que cuando el conjunto óptico 408 está recolocado en la posición 416B, el eje horizontal del mismo permanece substancialmente paralelo a un eje horizontal del combinador 402, representado como el eje del combinador girado 428B. El combinador 402 y el conjunto óptico 408 pueden ser recolocados girando el marco circular 412 alrededor del eje 420.

La fuente de imágenes 406 genera una imagen en una segunda ubicación de imagen 414B sobre la superficie de la misma. La segunda ubicación de imagen 414B está desfasada hacia la izquierda, con respecto a una primera ubicación de imagen 414A. La fuente de imágenes 406 emite haces de luz 426 desde la imagen generada hacia el conjunto óptico 408, en la posición 416B. El conjunto óptico 408 transmite haces de luz 426 hacia la superficie del combinador óptico 402, en la posición 418B. El combinador 402 refleja el haz de luz 426 hacia los ojos del piloto. Cuando el combinador 402 está recolocado en la posición 418B, la LOS 422 se corta con el combinador 402, como se representa en la Figura 9B. De esta manera, el piloto puede observar la imagen proyectada superpuesta en el paisaje exterior, incluso cuando el avión ha girado.

De acuerdo con otra realización de la técnica descrita, el sistema de HUD puede incluir además un espejo abatible para abatir el eje óptico del sistema y reflejar la imagen proyectada desde el proyector hacia el combinador óptico. Se hace ahora referencia a las Figuras 10A, 10B y 10C. La Figura 10A es una ilustración esquemática de una vista lateral de un sistema de HUD, referenciado de manera general como 450, construido y operativo de acuerdo con otra realización más de la técnica descrita. La Figura 10B es otra ilustración esquemática del sistema de HUD de la Figura 10A. La Figura 10C es otra ilustración esquemática del sistema de HUD de la Figura 10A, en la cual el combinador, el conjunto óptico y el espejo abatible están girados en sentido horario.

La HUD 450 incluye un proyector 452, un espejo abatible 456, una lente de salida 458 y un combinador óptico 460. El proyector 452 incluye además una fuente de imágenes 453 y un conjunto de relé óptico 454. El conjunto óptico 454 puede incluir elementos ópticos, tales como una lente de objetivo. Las Figuras 10B y 10C están representadas desde el punto de vista de un piloto, observando el piloto el combinador 460, de manera que la LOS de un piloto se corta con el combinador 460.

La HUD 450 está instalada dentro de un avión (no mostrado). Por ejemplo, el proyector 452 puede estar instalado en el panel frontal (no mostrado) del avión, de manera que el combinador 460 está situado por encima del panel. El combinador 460 está firmemente acoplado con la lente de salida 458 y con el espejo abatible 456, rodeados todos por el área de la línea de puntos 464. Los elementos encerrados dentro del área 464 (es decir, el combinador 460, la lente de salida 458 y el espejo abatible 456) son giratorios alrededor del eje óptico 466, el cual corta al espejo abatible 456.

Con referencia a la Figura 10B, el ángulo de rumbo del avión es substancialmente cero, de manera que el combinador 460 está situado en una posición por defecto del combinador 460A. La lente de salida 458 está situada en una posición por defecto 458A, en la que un eje horizontal de la misma (no mostrado) es substancialmente paralelo a un eje horizontal por defecto del combinador (no mostrado). El espejo abatible 456 está situado en una posición por defecto 456A. La fuente de imágenes 453 genera una imagen y proyecta la imagen generada hacia la

superficie del espejo abatible 456, por medio del conjunto de relé óptico 454, a lo largo del eje óptico 466<sub>1</sub>. El espejo abatible 456 refleja los haces de luz a lo largo del eje óptico 466<sub>2</sub> hacia la lente de salida 458, en la posición por defecto 458A. La lente de salida 458 transmite los haces de luz a lo largo del eje óptico 466<sub>2</sub> hacia el combinador 460, en la posición por defecto 460A. El combinador 460 refleja los haces de luz a lo largo del eje óptico 466<sub>3</sub> hacia los ojos 462 del piloto.

5  
 10  
 15  
 20

Con referencia a la Figura 10C, el ángulo de rumbo del avión es distinto de cero, de manera que el avión está girado en sentido antihorario. En este caso, la LOS del piloto puede estar fuera de la superficie del combinador 460, haciendo a la HUD 450 inoperativa. Así, el combinador 460, la lente de salida 458 y el espejo abatible 456 son recolocados conjuntamente en sentido horario, hasta la posición del combinador 460B, la posición de la lente 458B y la posición del espejo 456B, respectivamente. El combinador 460, la lente de salida 458 y el espejo abatible 456 están firmemente acoplados entre sí, de manera que cuando la lente de salida 458 es recolocada en la posición 458B el eje horizontal del mismo permanece substancialmente paralelo a un eje horizontal del combinador 460. Además, puesto que el combinador 460 y el espejo abatible 456 son recolocados conjuntamente, la relación óptica entre ellos permanece substancialmente sin cambios, de manera que el espejo abatible 456 en la posición de espejo 456B refleja aún los haces de luz, que se propagan a lo largo del eje óptico 466<sub>1</sub> hacia el combinador 460 en la posición de combinador 460B. El combinador 460 refleja aún los haces de luz hacia el ojo 462 del piloto. Cuando el combinador 460 es recolocado en la posición 460B, la LOS del piloto se corta con el combinador 460. De esta manera, el piloto observa aún la imagen proyectada superpuesta en el paisaje exterior (lo que se indica mediante los haces de luz 470 de la Figura 10A), incluso cuando el avión ha girado. Debe observarse que el proyector 452 permanece en la misma posición cuando el combinador 460 es recolocado; así el proyector 452 se representa en la misma posición en las Figuras 10B y 10C.

25

Debe observarse además que para compensar las distorsiones ópticas en un sistema de HUD de acuerdo con la técnica descrita deben emplearse métodos de compensación óptica conocidos (por ejemplo, software de distorsión inversa). Las distorsiones ópticas pueden producirse en una imagen proyectada hacia los ojos de un piloto, debido a movimientos espaciales de un combinador y de una imagen generada sobre la superficie de una fuente de imágenes.

Resultará evidente para los expertos en la materia que la técnica descrita no está limitada a lo que se ha mostrado y descrito particularmente con anterioridad en esta memoria. Por el contrario, el alcance de la técnica descrita se define solo por las reivindicaciones que siguen.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Un avión (132) que comprende un sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD), estando el sistema de alineamiento del paisaje en una pantalla de visualización frontal montado en el avión, e incluyendo un proyector (114) de imagen y un combinador (122),
- 5 estando el combinador (122) situado ópticamente entre un usuario (130) y un paisaje de interés (126), transmitiendo ópticamente una imagen de escena del paisaje de interés (126) al usuario (130),
- proyectando el proyector (114) de imágenes una imagen hacia el combinador (122), reflejando el combinador (122) la imagen hacia el usuario (130),
- 10 incluyendo el avión un captador de ángulo de rumbo (118) que determina el ángulo de rumbo ( $\alpha$ ) del avión, comprendiendo el sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD):
- un mecanismo de movimiento (120) acoplado con el citado combinador (122); y
- un procesador (116) acoplado con el citado captador de ángulo de rumbo (118), con el citado mecanismo de movimiento (120) y con el citado proyector (114) de imágenes,
- 15 estando el citado proyector (116) configurado operativamente para recibir la información sobre el ángulo de rumbo del citado captador de ángulo de rumbo (118),
- estando el citado procesador (116) configurado operativamente para determinar la desviación del rumbo del avión (132) con respecto al eje longitudinal (128) del avión de acuerdo con la citada información sobre el ángulo del rumbo,
- 20 estando el citado procesador (116) configurado operativamente para dirigir el citado mecanismo de movimiento (120), de acuerdo con la citada desviación, para mover el citado combinador (122) a una posición que está situada entre el citado paisaje de interés (126) y el citado usuario (130) y que alinea el reflejo de la citada imagen hacia el citado usuario (130) con la citada imagen de escena, donde el mecanismo de movimiento (120) mueve el citado combinador (122) en un inclinación horizontal con respecto a un plano horizontal del citado avión (132).
2. El avión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD) comprende además un espejo abatible (456), estando el citado espejo abatible situado ópticamente entre el citado proyector y el citado combinador para reflejar la citada imagen del citado proyector hacia el citado combinador.
- 25 3. El avión de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el citado combinador está firmemente acoplado con el citado espejo abatible, moviendo el citado mecanismo de movimiento el citado espejo abatible junto con el citado combinador.
- 30 4. El avión de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el sistema de alineamiento de paisaje (HUD) comprende también una lente de salida (458), situada ópticamente entre el citado espejo abatible y el citado combinador, para transmitir haces de luz desde la citada imagen del citado espejo abatible hacia el citado combinador.
- 35 5. El avión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el citado proyector incluye además una fuente de imágenes (208) y un conjunto óptico (408), emitiendo la citada fuente de imágenes haces de luz desde la citada imagen hacia el citado conjunto óptico, para proyectar la citada imagen.
6. El avión de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el citado proyector dirige la citada fuente de imágenes para emitir los citados haces de luz desde un área predeterminada de la citada fuente de imágenes, cuando el citado combinador está situado en una posición correspondiente a la citada área predeterminada, dirigiendo el citado procesador la citada fuente de imágenes para emitir los citados haces de luz desde otra área de la citada fuente de imágenes, cuando el citado combinador está situado en una posición correspondiente a la citada otra área.
- 40 7. El avión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la citada inclinación horizontal del citado combinador es alrededor de un eje de inclinación, cortando el citado eje de inclinación a un plano horizontal del citado avión.
- 45 8. El avión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el citado eje de inclinación se corta además con la superficie del citado combinador.
9. El avión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD) de acuerdo con la reivindicación 1 comprende además un accionador de proyector (310) acoplado con el citado proyector de imágenes, dirigiendo el citado proyector al citado accionador de proyector para que mueva el citado proyector, de acuerdo con la posición alineada del citado combinador.
- 50

10. Uso de un sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD) en un avión (132),

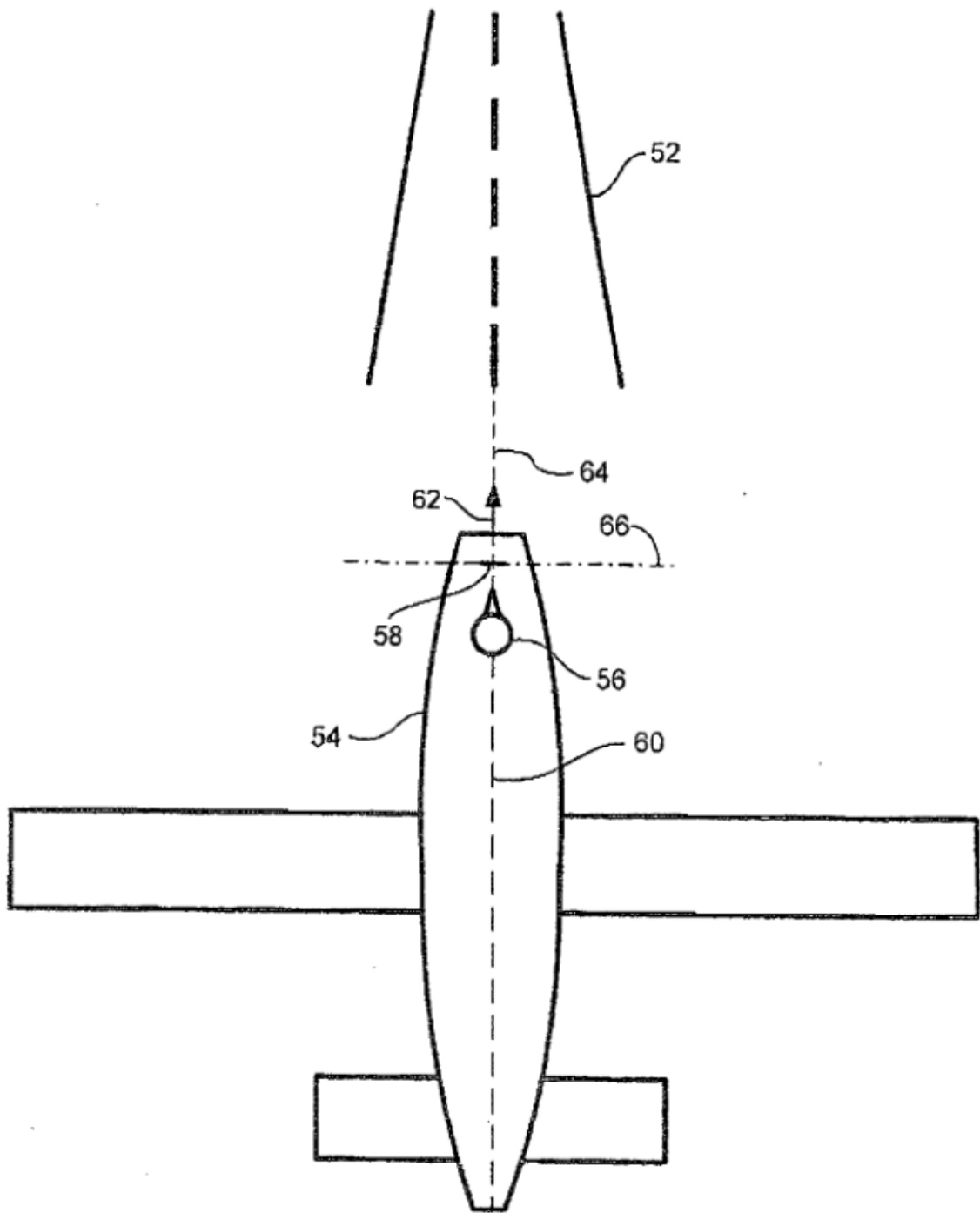
5 estando el sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD) en el avión (132) e incluyendo un proyector (114) de imagen y un combinador (122), estando el combinador (122) situado ópticamente entre un usuario (130) y un paisaje de interés, transmitiendo ópticamente una imagen de escena del paisaje de interés (126) al usuario (130), proyectando el proyector (114) de imágenes una imagen hacia el combinador (122), reflejando el combinador (122) la imagen hacia el usuario (130),

incluyendo el avión (132) un captador de ángulo de rumbo (118) que determina el ángulo de rumbo ( $\alpha$ ) del avión,

comprendiendo el sistema de alineamiento de paisaje en una pantalla de visualización frontal (HUD):

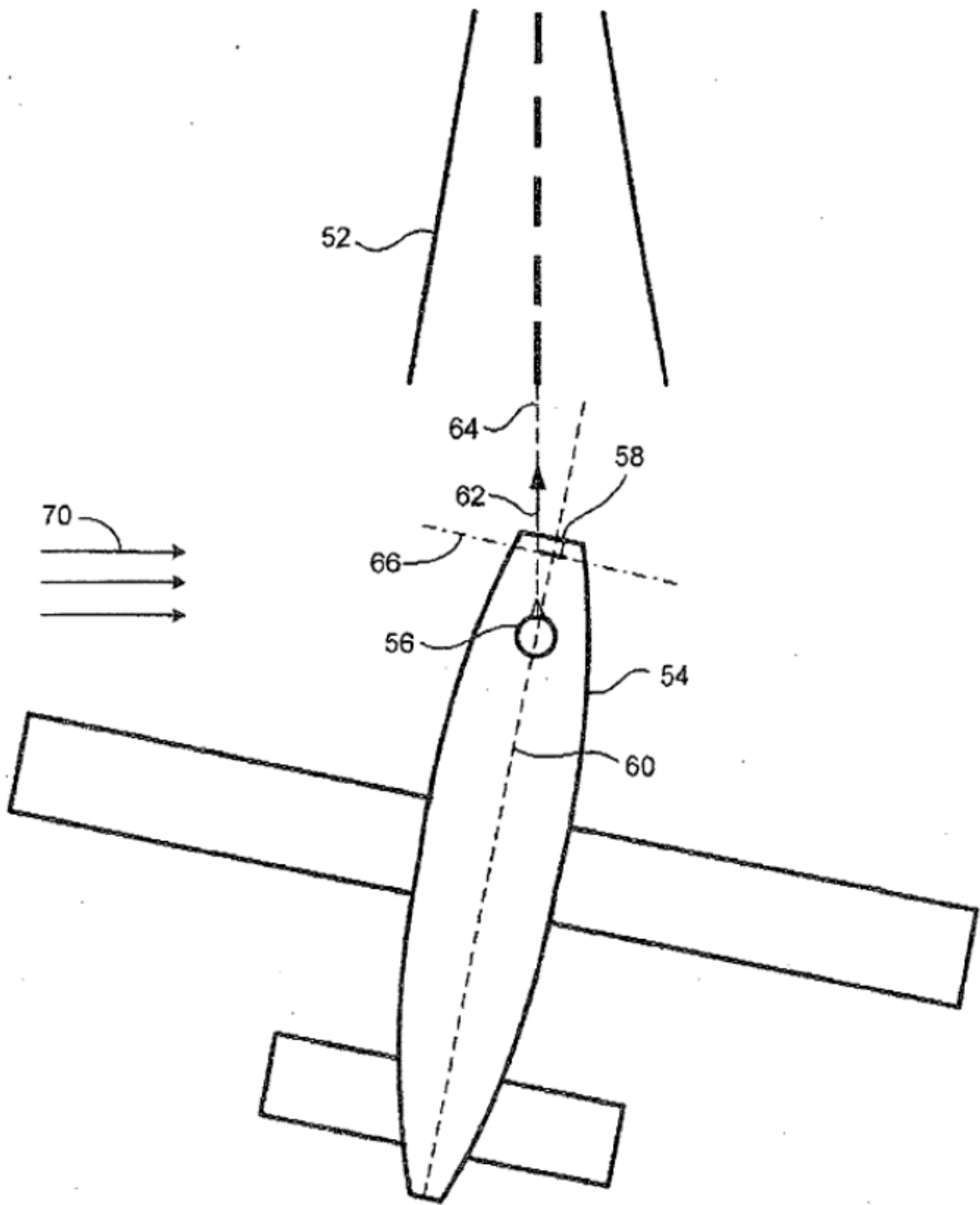
10 un mecanismo de movimiento (120) acoplado con el citado combinador (122); y un procesador (116) acoplado con el citado captador de ángulo de rumbo (118), con el citado mecanismo de movimiento (120) y con el citado proyector (114) de imágenes,

15 recibiendo el citado procesador (116) la información sobre el ángulo de rumbo del citado captador de ángulo de rumbo (118), determinando el citado procesador (116) la desviación del rumbo del avión (132) con respecto al eje longitudinal del avión (132) de acuerdo con la citada información de ángulo de rumbo, dirigiendo el citado procesador (116) el citado mecanismo de movimiento (120), de acuerdo con la citada desviación, para mover el citado combinador (122) a una posición que está situada entre el citado paisaje de interés (126) y el citado usuario (130) y que alinea el reflejo de la citada imagen hacia el citado usuario (130) con la citada imagen de escena, y en el que el  
20 citado mecanismo de movimiento (120) mueve el citado combinador (122) en un inclinación horizontal con respecto a un plano horizontal del citado avión (132).



**FIG. 1A**  
TÉCNICA ANTERIOR





**FIG. 1B**  
TÉCNICA ANTERIOR

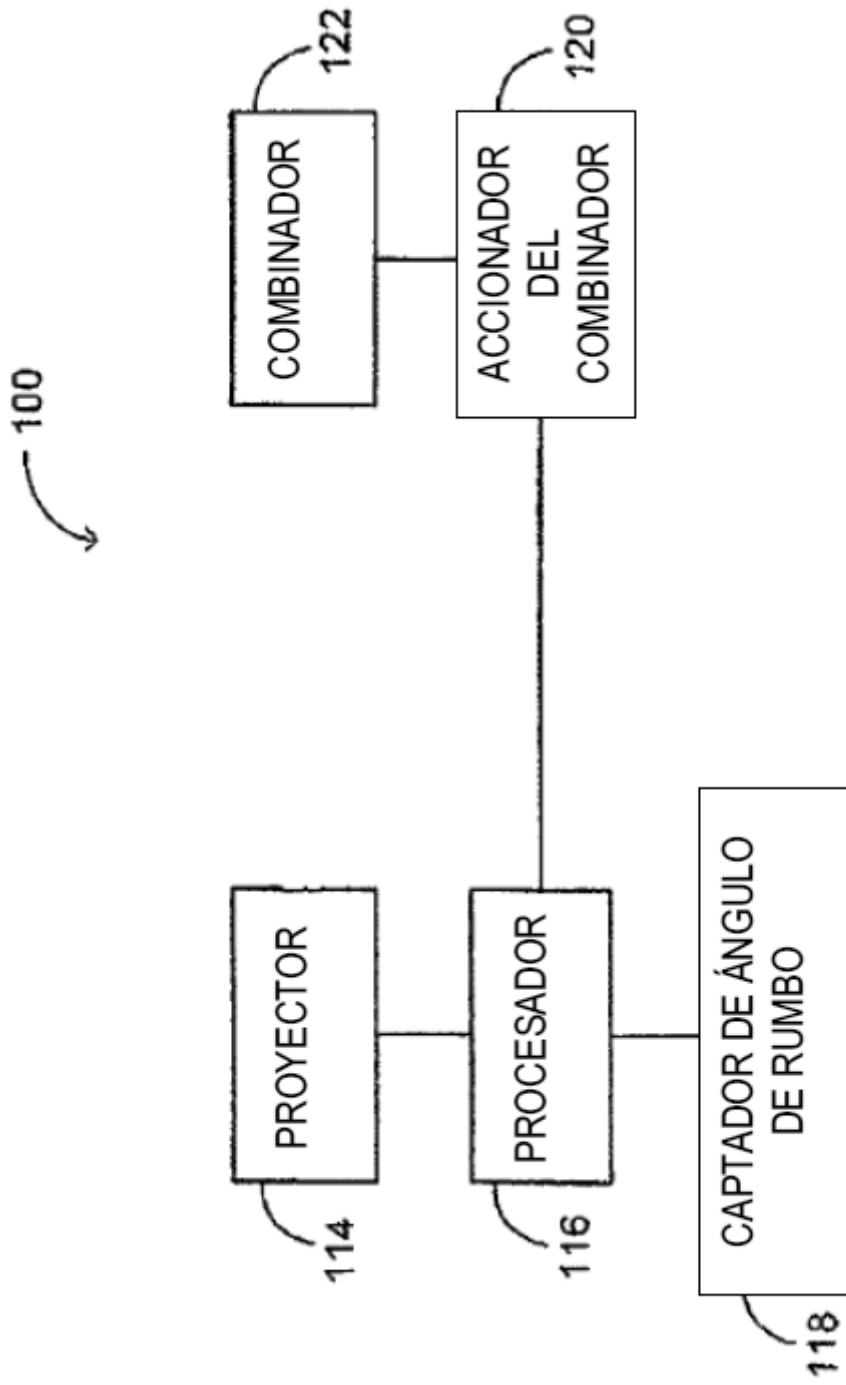


FIG. 2A

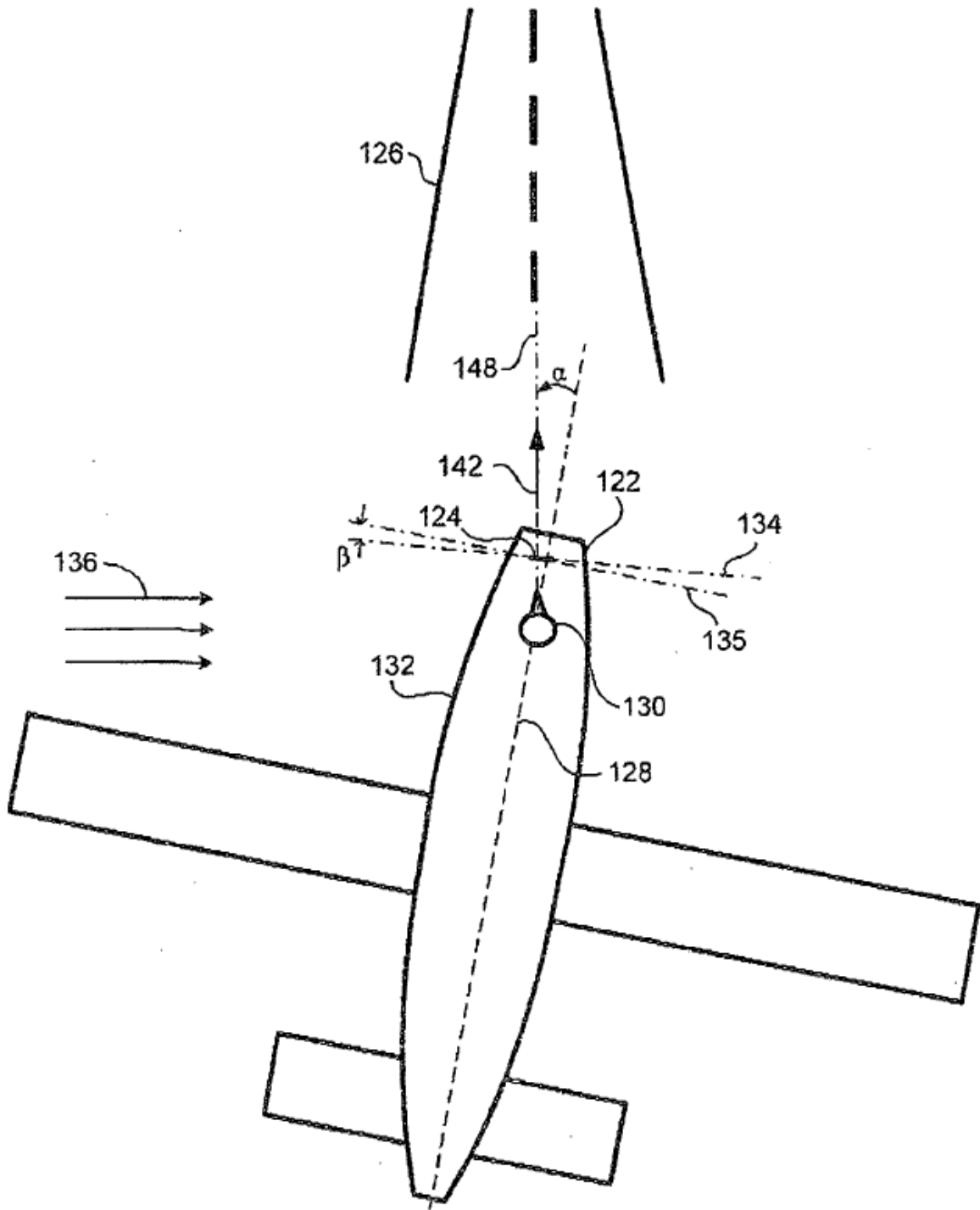


FIG. 2B

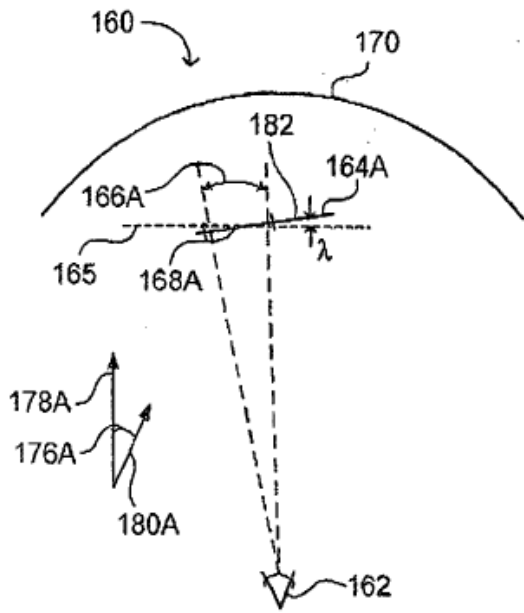


FIG. 3A

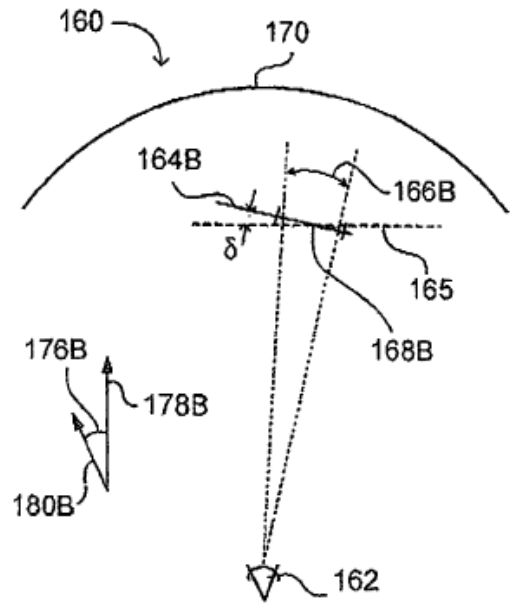


FIG. 3B

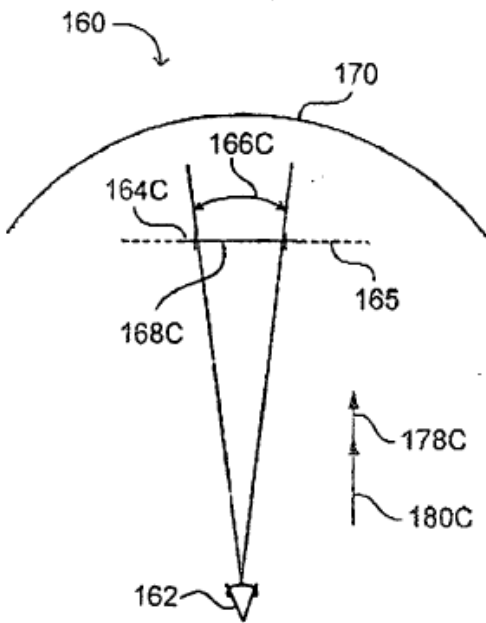


FIG. 3C

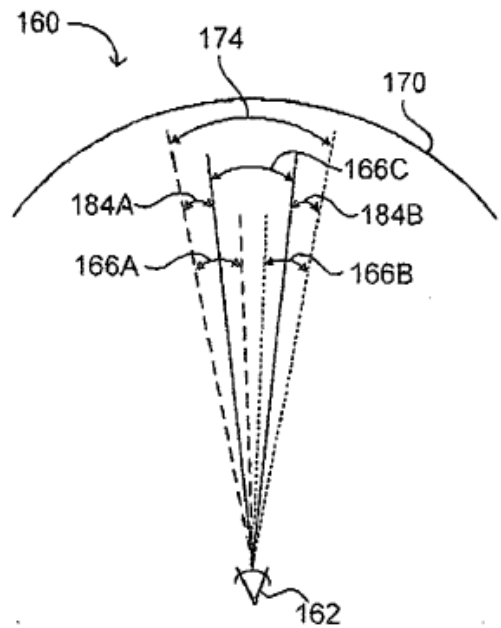


FIG. 3D

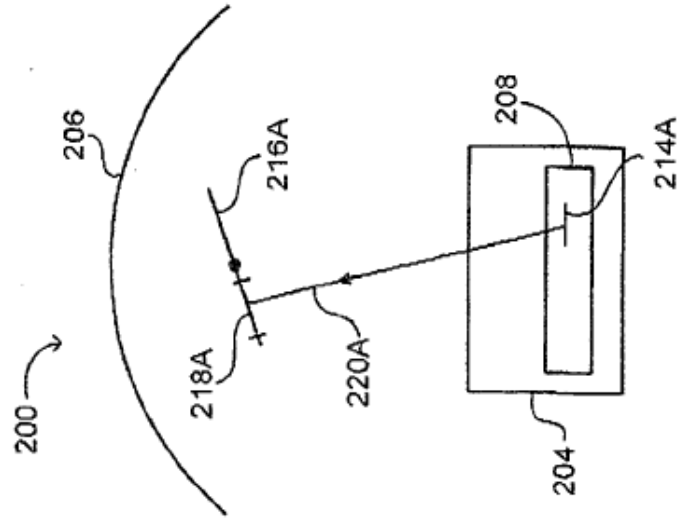


FIG. 4A

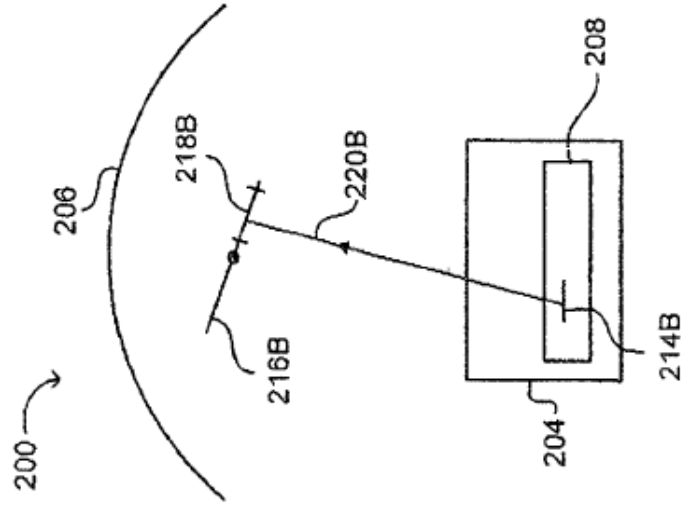


FIG. 4B

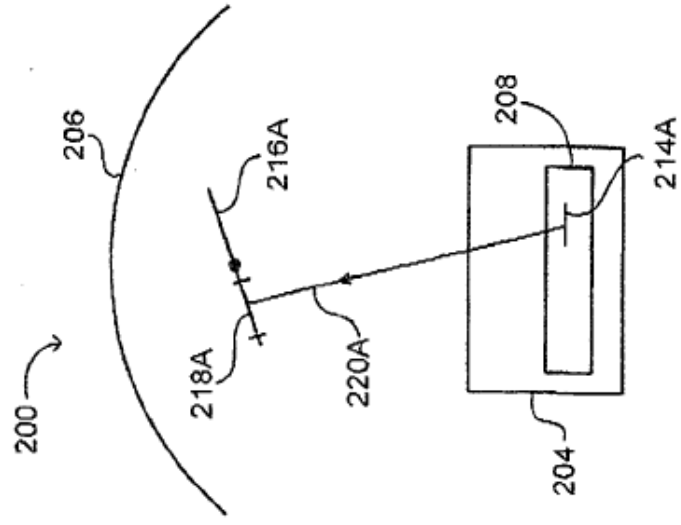


FIG. 4C

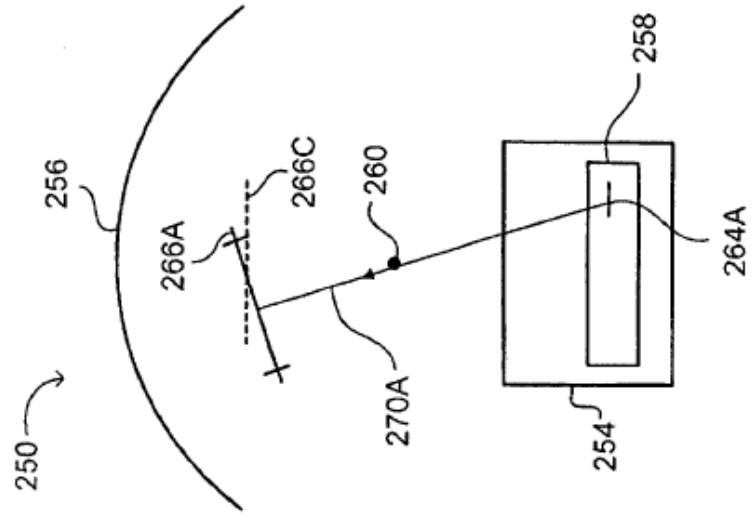


FIG. 5A

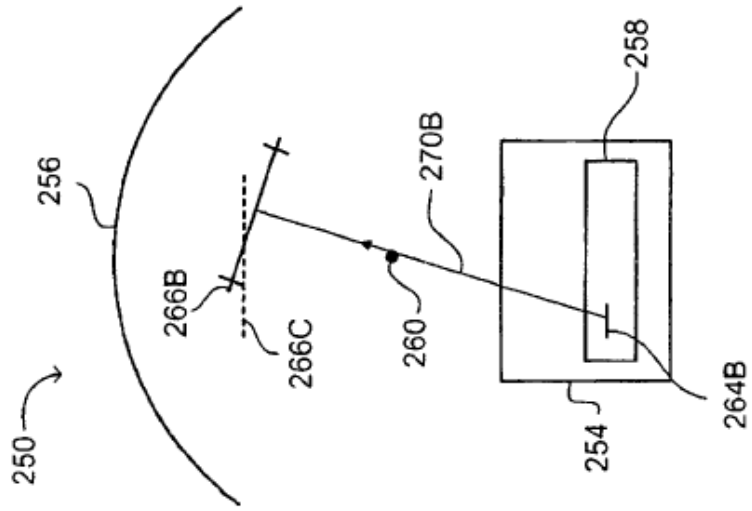


FIG. 5B

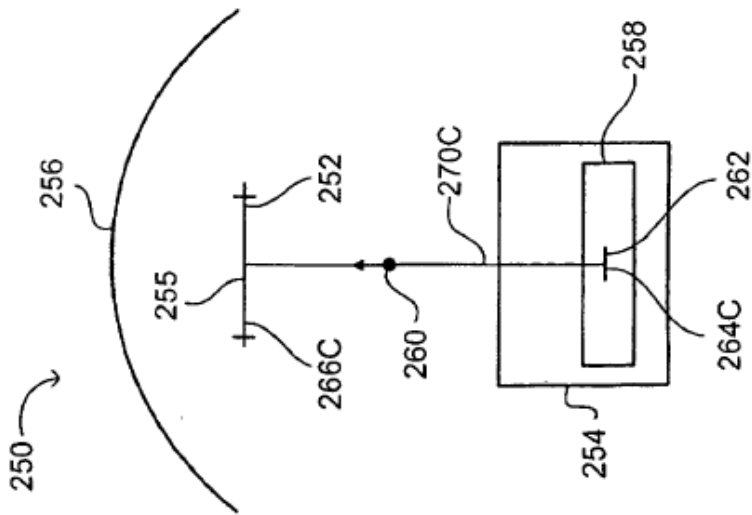


FIG. 5C

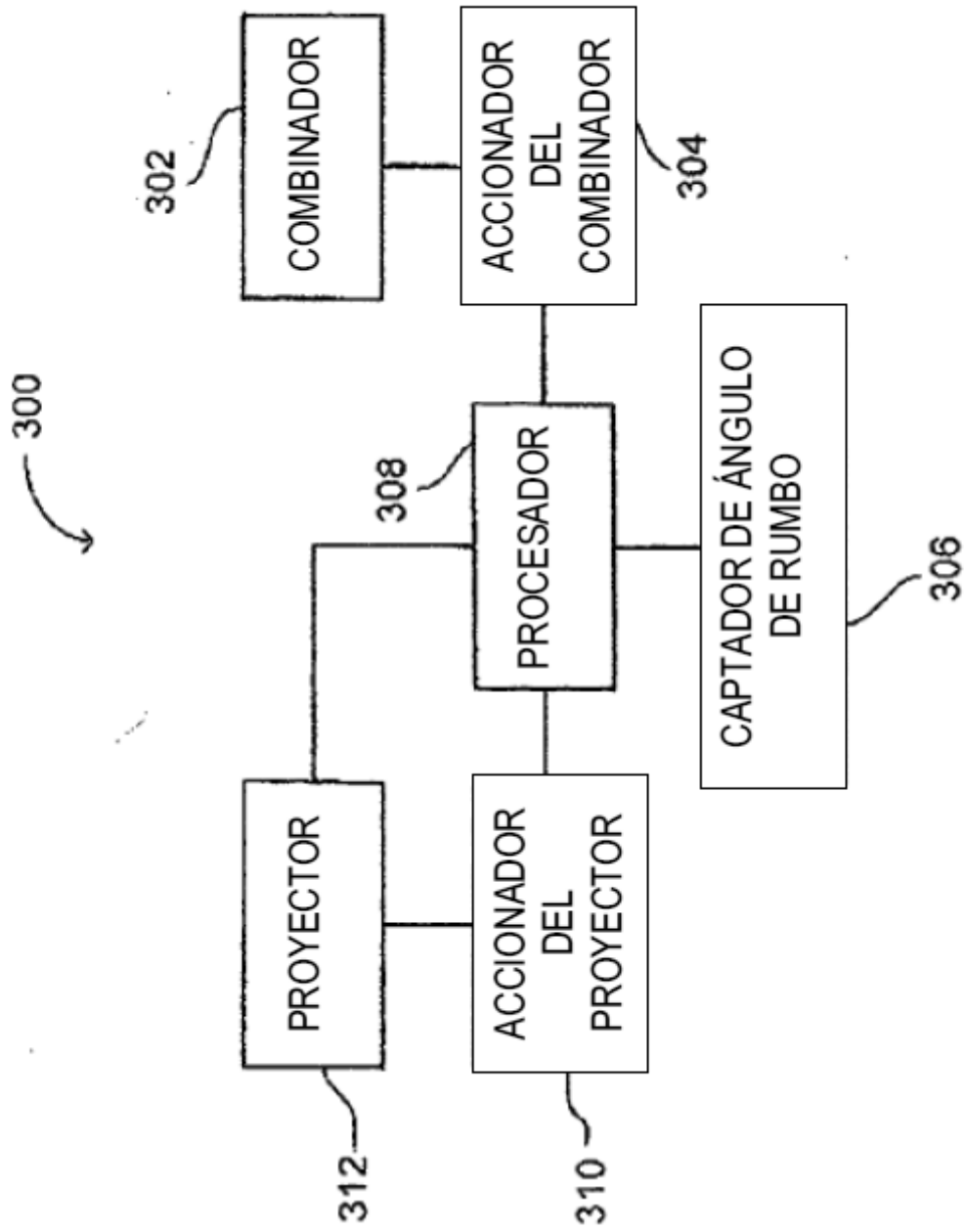


FIG. 6

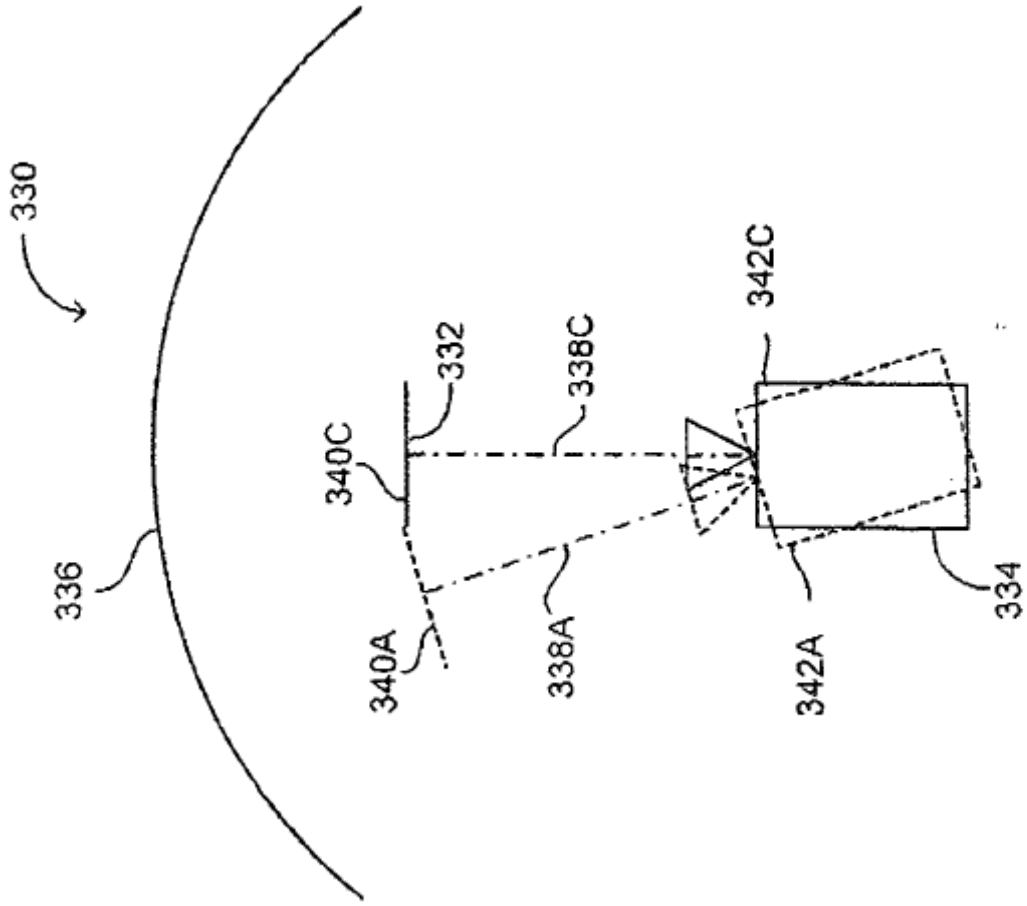
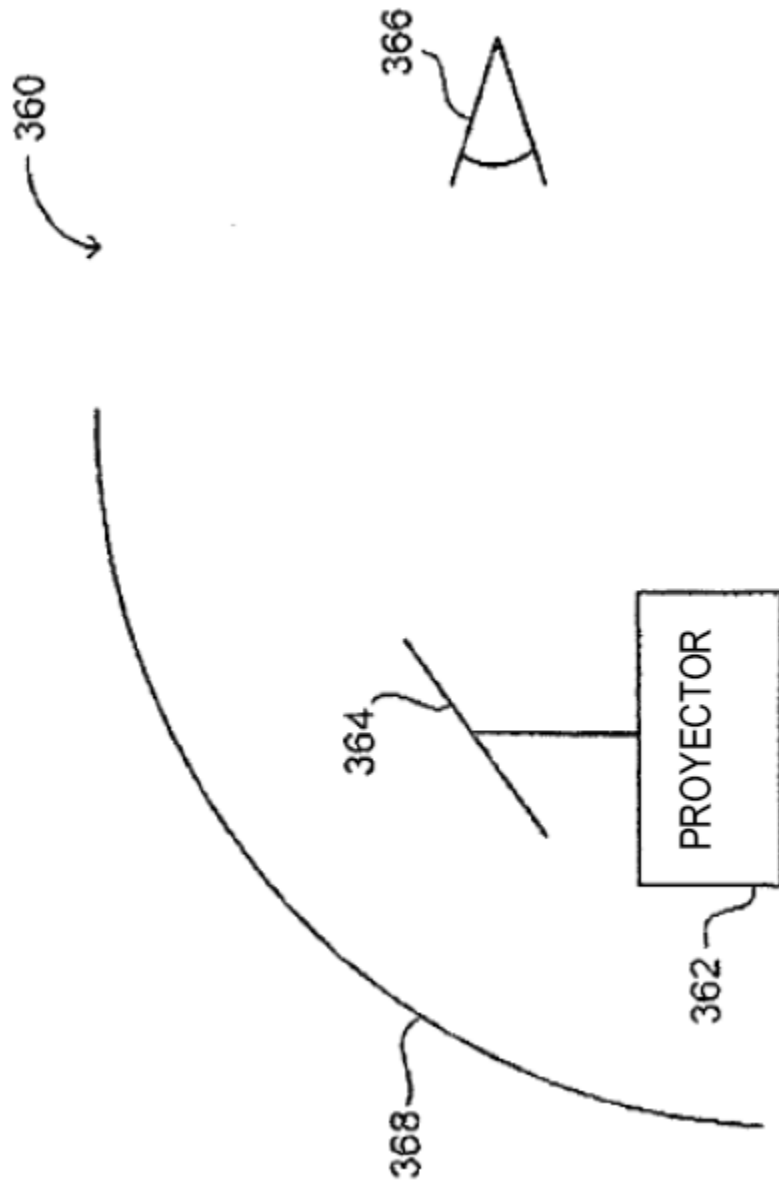


FIG. 7





**FIG. 8A**

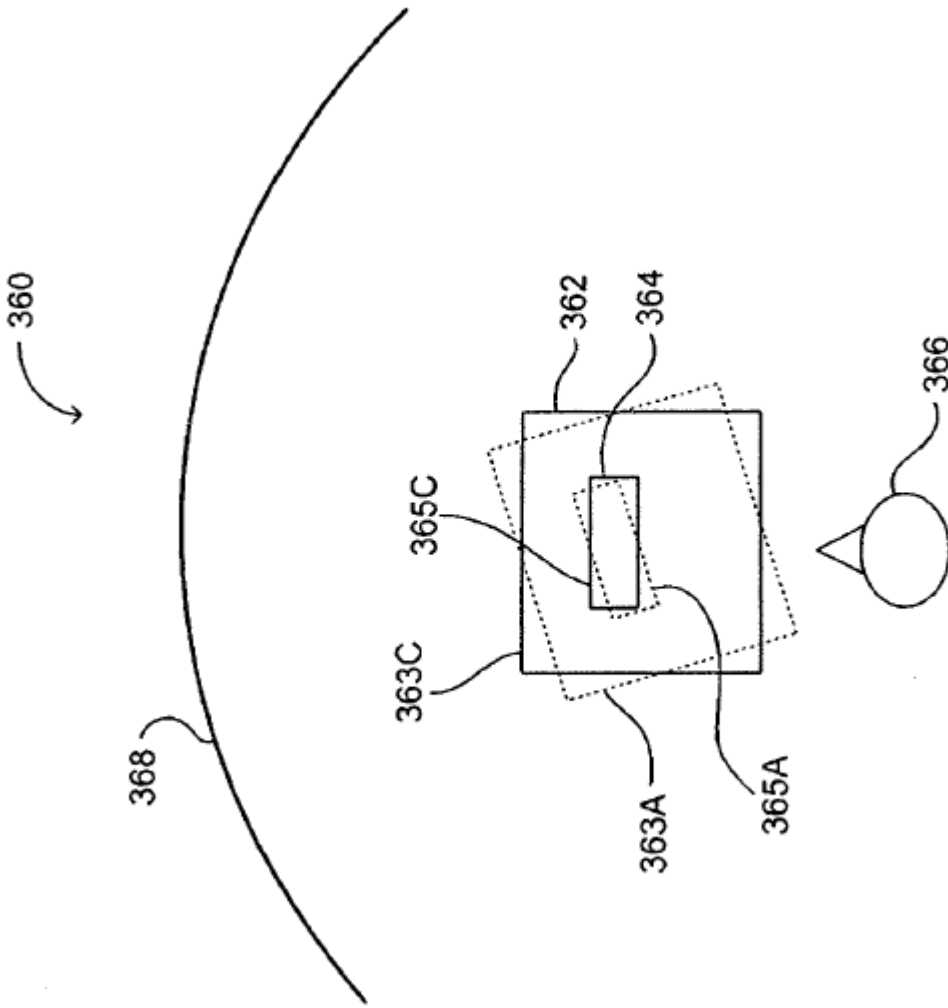


FIG. 8B

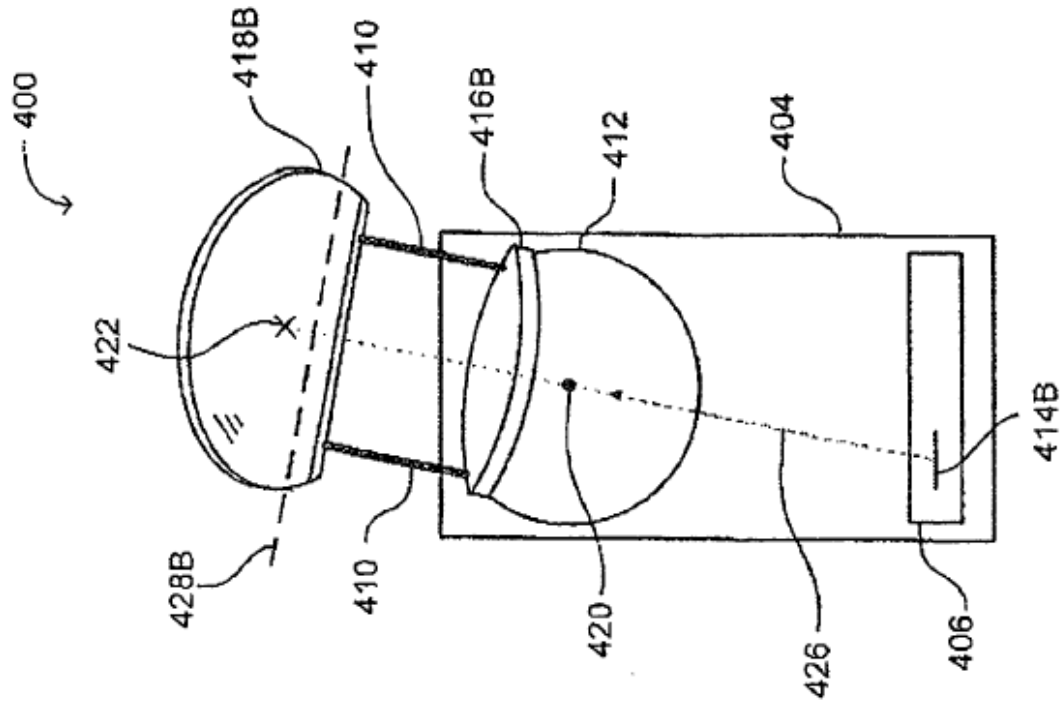


FIG. 9B

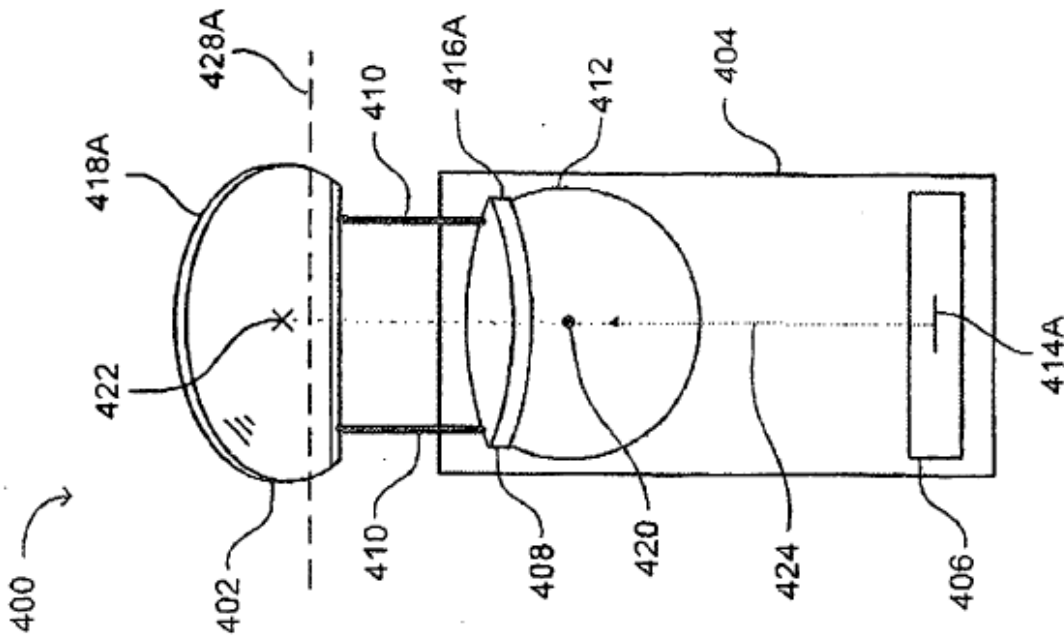


FIG. 9A

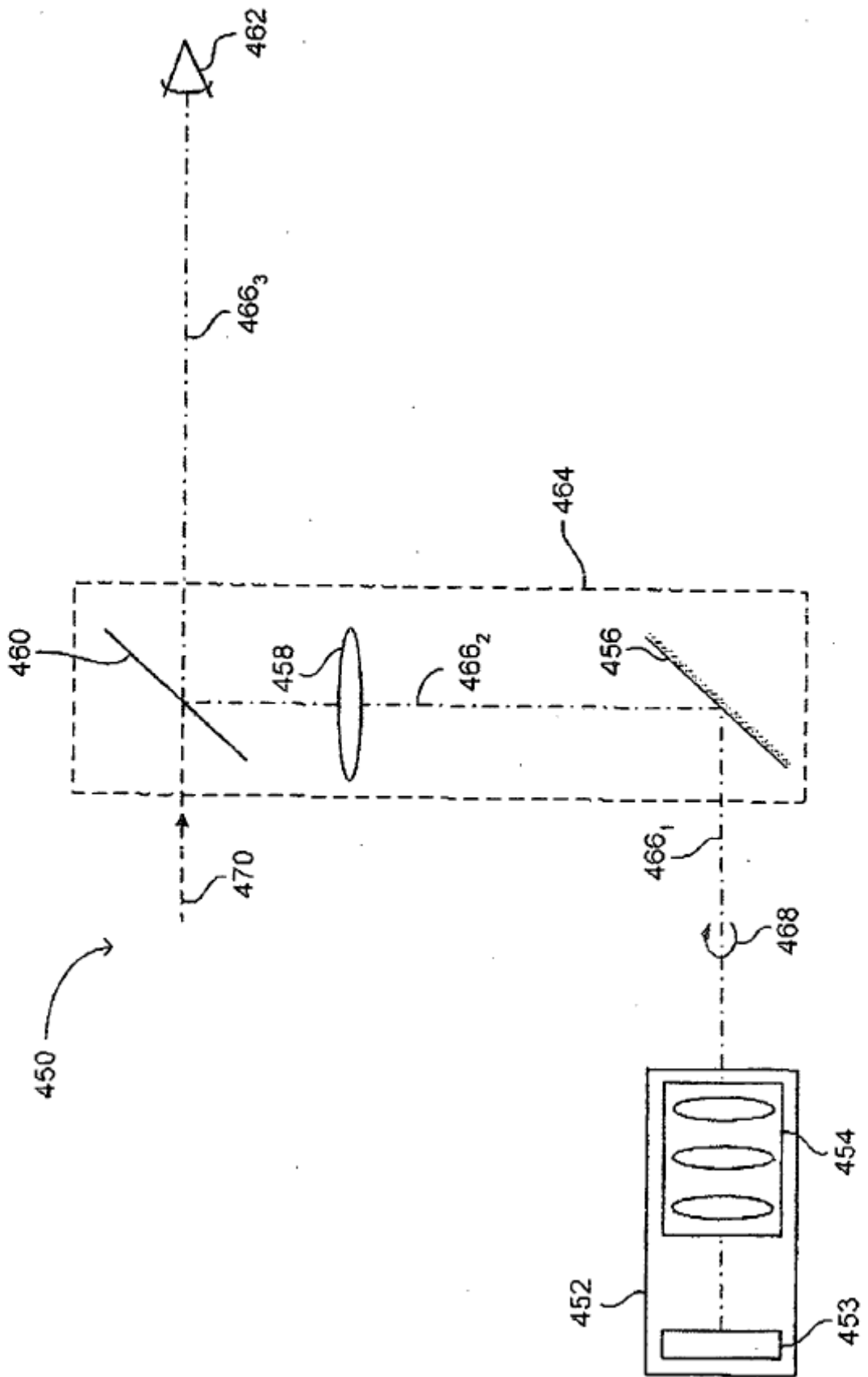


FIG. 10A

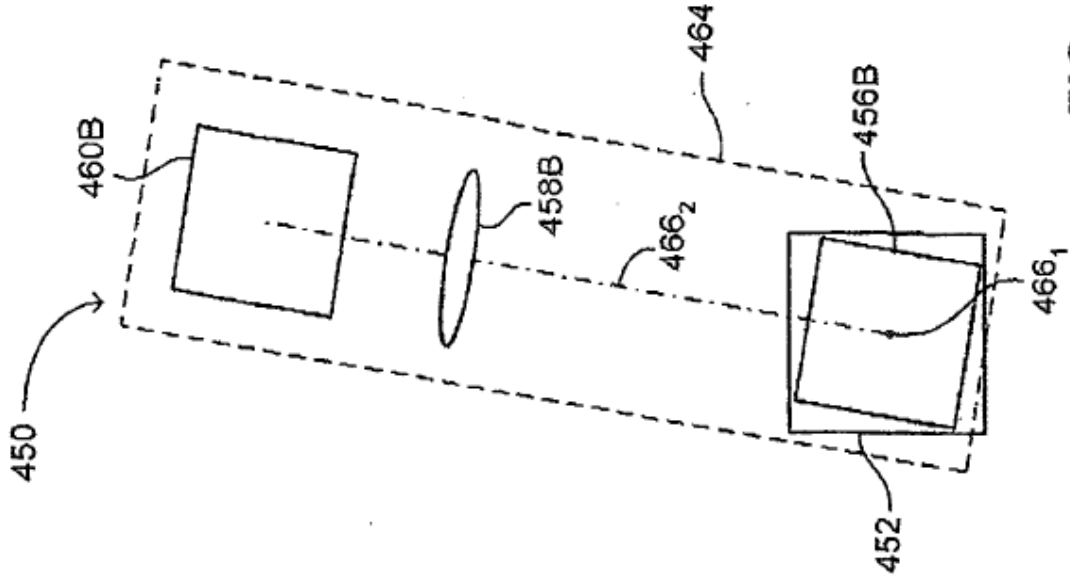


FIG. 10C

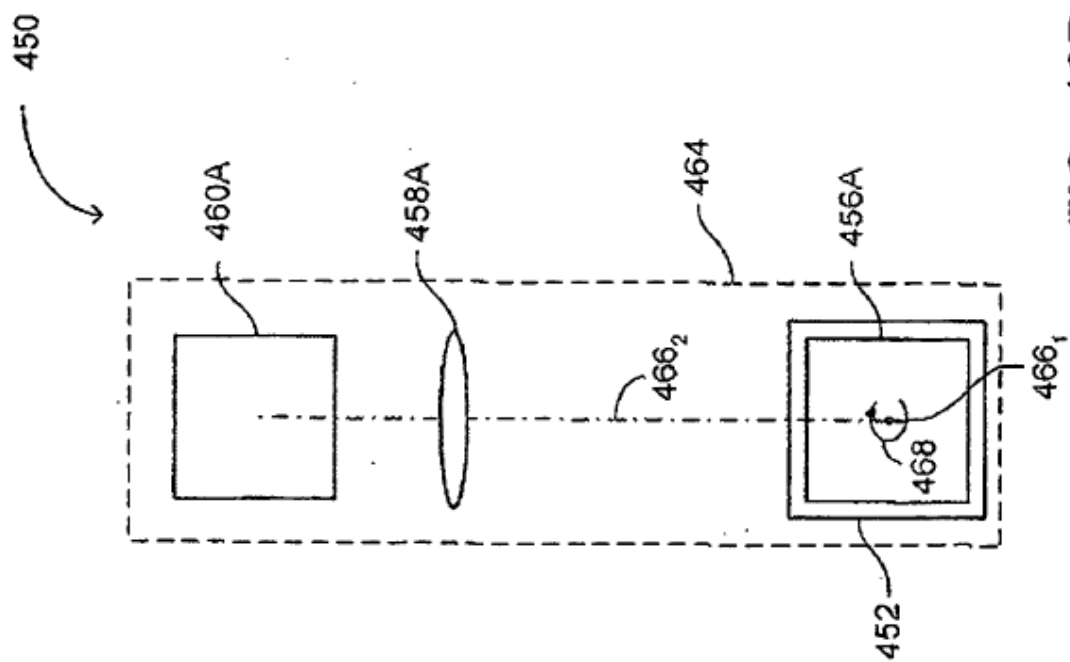


FIG. 10B